

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAFIČKI FAKULTET

IVA TROGRANČIĆ

FOTOGRAFIRANJE U TEŽIM
SVJETLOSNIM UVJETIMA S TEHNIČKOG I
KREATIVNOG ASPEKTA

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2020.



Sveučilište u Zagrebu
Grafički fakultet

IVA TROGRANČIĆ

FOTOGRAFIRANJE U TEŽIM
SVJETLOSNIM UVJETIMA S TEHNIČKOG I
KREATIVNOG ASPEKTA

DIPLOMSKI RAD

Mentorica:
Izv. prof. dr. sc.
Maja Strgar Kurečić

Studentica:
Iva Trogrančić

Zagreb, 2020

SAŽETAK

Od samih početaka fotografije očituje se tendencija za snimanjem scena i motiva koja iziskuje potrebu za djelovanjem u lošim svjetlosnim uvjetima. Napretkom tehnologije, a tako i fotografske opreme, stekli su se uvjeti koji olakšavaju uspješnu reprodukciju tamnih i neosvijetljenih scena. Tako u posljednjim desetljećima fotografi amateri, često bez profesionalnog iskustva i opreme, mnogo lakše snimaju visokokvalitetne fotografije u težim svjetlosnim uvjetima. Budući da fotografiranje u težim svjetlosnim uvjetima zahtijeva dobru pripremu, za što kvalitetniju izvedbu fotografije važno je analizirati vrstu i količinu svjetla u prizoru koji se snima i odabrati odgovarajuću tehniku snimanja ovisno o efektu koji se želi postići. U ovom radu istražuje se kako određeni tehnički parametri utječu na dobiveni rezultat kod određenih vrsta fotografija (portretna i koncertna) i tehnika fotografiranja (*light trail* i *star trail*). Tehnički parametri su uspoređeni na autorskim fotografijama. Teorijskom dijelu za cilj je opisati: povijesni razvoj fotografiranja pri slabim svjetlosnim uvjetima, osnovne postavke digitalnog fotoaparata, utjecaj svjetla i upute za uspješno fotografiranje u slabim svjetlosnim uvjetima.

KLJUČNE RIJEČI: digitalna fotografija, duga ekspozicija, teži svjetlosni uvjeti

ABSTRACT

From the very beginnings of photography, there was a tendency to capture scenes and motives that require the need to act in low light conditions. With the advancement of technology, and thus photographic equipment, conditions have been created that facilitate the successful reproduction of dark and unlit scenes. Thus, in recent decades, amateur photographers, often without professional experience and equipment, have found it much easier to take high-quality photographs in low light conditions. Since shooting in difficult light conditions requires good preparation, it is important to analyze the type and amount of light in the scene being shot and to choose the appropriate shooting technique depending on the effect wanting to achieve. This paper investigates how certain technical parameters affect the obtained result in certain types of photographs (portrait and concert) and photography techniques (light trail and star trail). Technical parameters are compared on the author's photographs. The theoretical part aims to describe: the historical development of photography in low light conditions, the basic settings of a digital camera, the influence of light and instructions for successful photography in low light conditions.

KEY WORDS: digital photography, long exposure, low light

Sadržaj

1. UVOD.....	1
2. TEORIJSKI DIO	2
2.1 Pregled povijesti fotografije u težim svjetlosnim uvjetima i tehnike fotografiranja u težim svjetlosnim uvjetima.....	2
2.1.1 Povijest fotografije od analogne do digitalne.....	2
2.1.2 Povijest fotografiranja u težim svjetlosnim uvjetima.....	4
2.2 Odabrane tehnike fotografiranja i vrste fotografija u težim svjetlosnim uvjetima	9
2.2.1 <i>Star</i> i <i>light trail</i> tehnike fotografiranja	9
2.2.2 Koncertna i portretna fotografija u težim svjetlosnim uvjetima	10
2.3 Postavke digitalnog fotoaparata	11
2.3.1 Ekspozicijski trokut.....	11
2.3.1.1. ISO osjetljivost	12
2.3.1.2 Otvor zaslona i dubinska oština	12
2.3.1.3 Brzina zatvarača	14
2.3.2 Odabir načina snimanja, izoštravanja i okidanja.....	14
2.3.3 Veličine i formati slike.....	15
2.4 Svjetlo i boja.....	17
2.4.2 Temperatura boja i ravnoteža bijele.....	18
2.4.3 Šum	19
2.5 Oprema	20
2.5.1 DSLR fotoaparati	20
2.5.1.1 Princip rada DSLR fotoaparata	21
2.5.1.2 Nastajanje slike.....	22
2.5.2 Objektivi.....	22
2.5.3 Dodatna oprema	23
2.6 Upute za uspješno fotografiranje u teži svjetlosnim uvjetima.....	25
3. PRAKTIČNI DIO.....	26
3.1 <i>Star trail</i> tehnika fotografiranja	26
3.2 <i>Light trail</i> tehnika fotografiranja.....	37
3.3 Koncertna fotografija.....	40
3.4 Portretna fotografija u težim svjetlosnim uvjetima	43
4. REZULTATI I RASPRAVA.....	47
5. ZAKLJUČAK	48
6. LITERATURA	49
7. POPIS SLIKA	50

1. UVOD

Fotografiranje u težim svjetlosnim uvjetima zahtjeva kompromis kod odabira tehničkih postavki na fotoaparatu. Problem se javlja kod povećanja ISO vrijednosti s ciljem dobivanja dovoljne količine svjetlosti na senzoru što rezultira šumom. Suprotno, kod smanjenja ISO vrijednosti fotografije rezultiraju podeskponiranjem i dobiva se pretamna fotografija. Cilj diplomskog rada je prikazati proces fotografiranja i obrade fotografija nastalih u slabim svjetlosnim uvjetima s tehničkog i kreativnog aspekta. Vrste fotografija i tehnike fotografiranja koje su obuhvaćene su portretna i koncertna fotografija te *light* i *star trail* tehnike fotografiranja. U teorijskom dijelu diplomskog rada opisan je povijesni razvoj od analogne fotografije pa sve do digitalne, kao i povijesni razvoj fotografiranja u težim svjetlosnim uvjetima. Objašnjene su osnovne postavke kod DSLR fotoaparata, princip rada digitalnih fotoaparata i oprema, osnovne postavke te su dane upute za uspješno fotografiranje u težim svjetlosnim uvjetima. Praktični dio baziran je na izradi i analizi autorskih fotografija gdje su na primjerima pokazane sve navedene tehnike. Prikazan je cijeli proces nastanka i obrade fotografija zajedno s tehničkim specifikacijama, tj. postavkama na fotoaparatu koje moraju biti zadovoljene za uspješno snimanje. S obzirom na brzinu zatvarača cilj je bio odrediti granične vrijednosti duljine ekspozicije koja razlikuje *star trail* fotografiju od statične fotografije zvjezdanog neba. U koncertnoj fotografiji za cilj se uzela usporedba kvalitete fotografija nastalih starijim Nikon D3100 i novijim Nikon D5600 modelom. Kod portretne i koncertne fotografije očekivano je da će se korištenjem dodatnih osvjetljenja na sceni i smanjivanjem ISO vrijednosti smanjiti i šum koji nastaje pri fotografiranju u slabim svjetlosnim uvjetima.

2. TEORIJSKI DIO

Fotografija dolazi od starogrčkih riječi φως - fos ("svjetlo") i γραφίς ili γραφή – grafis ili grafe ("crtanje") što je doslovan prijevod „crtanje svjetlom“. Fotografija je način bilježenja događaja uz pomoć svjetla i leća. Raznim tehničkim parametrima i fizikalnim zakonima omogućava trajno zapisivanje prizora iz okoline.

Preteča fotoaparata tzv. „*camera obscura*“ bila je „mračna komora“, tj. kutija koja nije propuštala svjetlost. Na kutiji se nalazio sitan otvor kroz koji je ulazila vanjska svjetlost i projicirala željeni motiv, tj. kadar. Cameru obscuru prvobitno su koristili slikari pejzaža i portreta sve do dvadesetog stoljeća kako bi dobili statičnu projekciju kadra kojeg žele naslikati. Kasnijim dodavanjem fotoosjetljivog sloja, tj. materijala koji je osjetljiv na svjetlo u unutrašnjost camere obscurae te sabirnih leća na otvor za dobivanje oštine slike omogućen je trajan zapis okoline. Mračna komora osnova je i današnjeg digitalnog fotoaparata u kojemu je fotoosjetljivi sloj zamijenjen senzorom, a otvor objektivom.

2.1 Pregled povijesti fotografije u težim svjetlosnim uvjetima i tehnike fotografiranja u težim svjetlosnim uvjetima

2.1.1 Povijest fotografije od analogne do digitalne

Povijest fotografije seže još iz dalekog 11. stoljeća kada je Ibn al-Haytham imao ideju o cameri obscuri koju je Leonardo da Vinci 1500. godine projektirao, te je nastala prva prijenosna camera obscura. U 16. stoljeću camera obscura je usavršena povećavanjem oštine i širenjem otvora kako bi ušla veća količina svjetlosti te kako bi se umetnule sabirne leće. Sve do početka 19. stoljeća postojao je problem trajnog bilježenja slike i odabira materijala koji će moći trajno zapisati sliku. Godine 1816. francuski izumitelj Nicéphore Niépce je kombinirao fotoosjetljivi papir s camerom obscurom te 1826. nastaje prva trajno zabilježena fotografija pod nazivom „Pogled kroz prozor u La Grasu“. (slika 1.) Za nastajanje prve fotografije bila je potrebna ekspozicija u trajanju od 8 sati zbog slabe fotoosjetljivosti premaza ploče u cameri obscuri. Zbog duge ekspozicije tokom dnevnog svjetla s obje strane kuće zabilježene su sjene.

Niépce je udružio snage sa slikarom Louisom Jacquesom Daguerreom te su zajedno nastavili istraživati i poboljšavati postupak sve do Niépceove smrti 1833. godine. Daguerre je samostalno nastavio raditi na izumu te je usavršio postupak trajnog zabilježavanja slike koji je po njemu nazvan dagerotipija. Upotrebom metalne pločice oslojene srebrnim jodidom osvijetljavala se te razvijala živinim parama. Osim usavršavanje postupka Daguerre je poznat i po tome što je napravio prvu fotografiju na kojoj se vidi osoba. Fotografija se zove „Boulevard du Temple“, a nastala je između 1838. i 1839. godine. (slika 2.)



Slika 1. „Pogled kroz prozor u La Grasu“ - Nicéphore Niépce



Slika 2. „Boulevard du Temple“ - Louis Jacques Daguerre

Istovremeno s razvojem i izumom dagerotipije, Englez William Fox Talbot 1841. godine patentirao je postupak nazvan kalotipija. Posebnost kalotipije bila je u tome što je za produkt imala negativ iz kojeg se moglo izraditi više fotografija. Negativ je izrađivao od papira oslojenim srebrnim kloridom. Zbog sličnosti tehnologije s današnjim fotografskim filmom za analognu fotografiju, Talbotov izum smatra se pretečom filma. Kalotipiju je usavršio George Eastman koji je napravio fotoosjetljivi sloj u obliku suhog gela te tako omogućio postavljanje fotoosjetljivog sloja na papir ili film. Početkom 1900. godine Eastmanova tvrtka Kodak na tržištu je ponudila prvi fotoaparat dostupan širokoj populaciji nazvan Kodak Brownie.

Ideja o fotografiji u boji također je postojala, no kao i kod crno-bijele fotografije problem je bio trajnost fotografije. Prvu trajnu fotografiju u boji pod nazivom „Tartan ribbon“ napravio je škotski matematičar i fizičar James Clerk Maxwell 1861. godine. Tako 1907. godine na tržište izlazi prvi komercijalni fotoaparat u boji proizveden od braće Lumière pod nazivom Autochrome Lumière.

Prva prekretnica u digitalnoj fotografiji svakako je izum poluvodiča jer s time započinje razdoblje elektronike koja je omogućila daljnji razvoj fotografskih uređaja i pomagala. Također je važna i 1967. godina kada tvrtka IBM proizvodi prvi prijenosni medij za spremanje i prijenos podataka, disketu. Disketa je temelj današnje memorijske kartice. Prvi komercijalni senzor proizvodi tvrtka Fairchild, a slika koja je nastajala bila je veličine 100 x 100 piksela, tj. 0,01 mega piksel. Prvi digitalni fotoaparat proizvela je japanska tvrtka Sony 1981. godine pod nazivom Mavica koji je imao rezoluciju 570 x 490 piksela, tj. oko 0,28 megapiksela. (Slika 3.) Iako je bio prvi digitalni fotoaparat već je imao neka obilježja današnjih DSLR fotoaparata, kao npr. objektivu su se mogli mijenjati što je krajnjim korisnicima davalo slobodu pri izboru optike. [1]



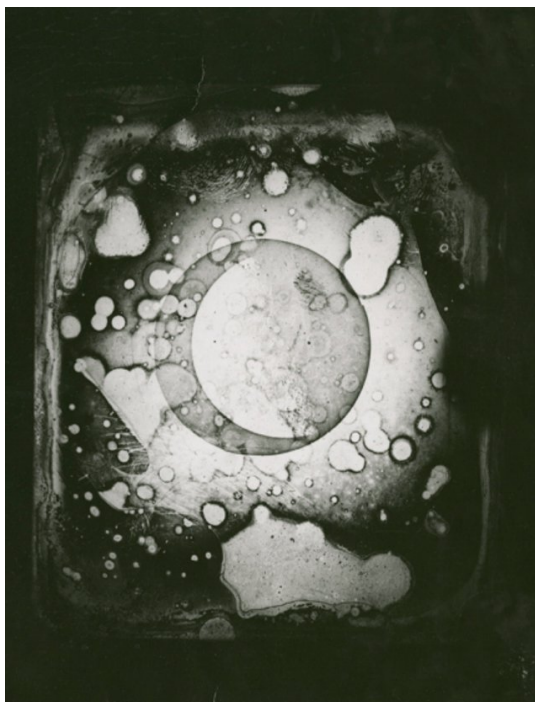
Slika 3. Sony Mavica - Kodak 1981.

2.1.2 Povijest fotografiranja u težim svjetlosnim uvjetima

Dakle, od samih početaka fotografije vidljiva je težnja za fotografiranjem u težim svjetlosnim uvjetima (noću) u tome što su ekspozicije bile duge, što zbog opreme koja je zahtijevala duge ekspozicije a što zbog znatizelje i cilja zapisivanja fotografije s vrlo malo svjetlosti.

Razvojem raznih mehaničkih pomagala koji su se pričvršćivali na fotografski aparat omogućeno je fotografiranje nebeskih tijela. Tako je jedno od zanimljivih i korisnih pomagala bio teleskop opremljen mehanizmom kazaljki na satu koji se pomicao u sinkronizaciji sa zemljinom rotacijom. Također se u drugoj polovici 19. stoljeća počinju sve više koristiti dodatna svjetla kako bi se skratilo vrijeme ekspozicije te da bi rezultat bio što uspješniji, a samim time je i noćna fotografija i fotografiranje u težim svjetlosnim uvjetima postalo uspješnije.

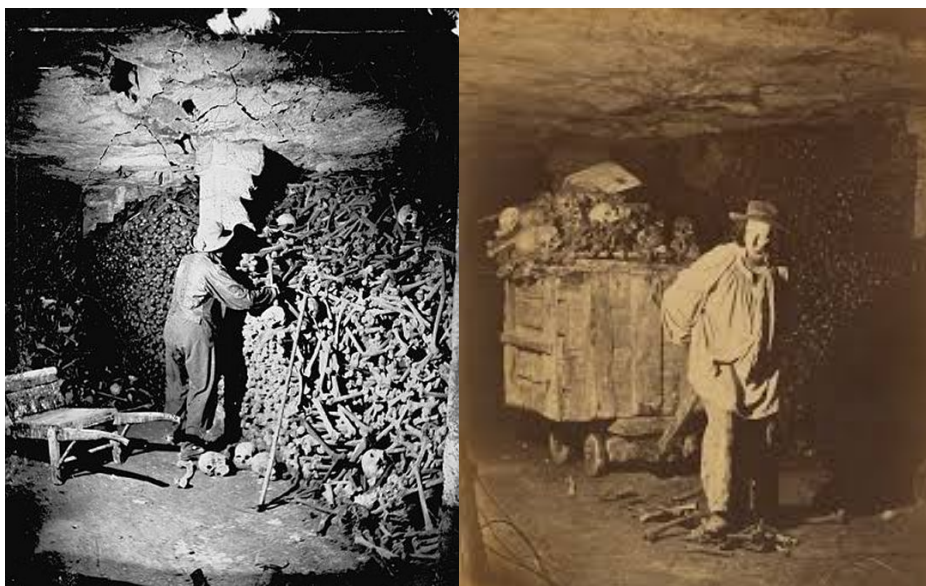
Prvi pokušaj astrofotografiranja bio je 1839. godine. Louis Jacques M. J. M. Daguerre je pokušao fotografirati mjesec, no zbog pogreške pri namještanju teleskopa i duge ekspozicije na fotografiji je nastala nejasna mutna točka. Godinu dana poslije, John William Draper, profesor kemije, znanstvenik i liječnik iz New Yorka uspješno je fotografirao mjesec. Tako je 23. ožujka 1840. godine nastala prva uspješna fotografija mjesece. Draper je dagerotipijom uz pomoć 5-inčnog reflektirajućeg teleskopa pričvršćenog za tijelo fotoaparata snimao mjesec ekspozicijom dugom 20 minuta. (slika 4.)



Slika 4. Prva uspješna fotografija mjesece - John William Draper

Prvi fotograf koji je uspio fotografirati munje bio je Thomas Easterly 1850-ih. Francuski fotograf, novinar i književnik Félix Nadar bio je prvi koji je fotografirao katakombe i kanalizacije ispod Pariza između 1861. i 1862. godine. Nadar je kao dodatan izvor svjetlosti koristio magnezijeve svjetiljke te električna svjetla. Također je, zbog dugih ekspozicija i dugog snimanja iznajmio lutke koje su „glumile“ radnike. (Slike 5. i 6.)

1878. godine Charles Harper Bennett, jedan od prvih proizvođača fotoosjetljivih slojeva, otkrio je da će zagrijavanjem do 32°C emulzija postati stabilnija i osjetljivija na svjetlo. S tim otkrićem ubrzo se po Europi i Sjevernoj Americi počinju proizvoditi takvi fotoosjetljivi slojevi što je otvorilo vrata noćnoj fotografiji.



Slika 5. i 6. Katakombe Pariz - Félix Nadar

Krajem 19. stoljeća značajni fotografi bili su Paul Martin u Londonu te Alfred Stieglitz i William Fraser u New Yorku koji su počeli fotografirati noću. Ovim pionirima noćne fotografije zajedničko je što su bez obzira na vremenske uvjete odlučili zabilježiti djelić atmosfere svoga vremena. Vrlo vjerojatno nisu bili svjesni važnosti svojih djela budući da su, osim noćnih prizora ulica velikih gradova, fotografirali ljude oko sebe i zauvijek ostavili vizualni trag tadašnjeg siromaštva i načina života. Svojim su stilom i tehnikama potaknuli i inspirirali mnoge fotografe svoga i budućega vremena da se iskušaju u fotografiranju u težim svjetlosnim uvjetima.

Početkom 1895. godine Paul Martin je fotografirao ulice Londona i to odmah nakon zalaska sunca kako bi skratio vrijeme ekspozicije potrebno za snimanje noću. Često se susretao sa začuđenim prolaznicima i privlačio pažnju znatizeljnih koji nisu shvaćali što radi noću s fotoaparatom. William Fraser započeo je fotografirati ulice New Yorka noću 1896. godine. On je za dodatno osvjetljenje koristio mjesečevu svjetlost. Danas postoji vrlo malo njegovih sačuvanih fotografija budući da je svoje radove izlagao u obliku projekcija uz pomoć svjetlosti iz fenjera. Alfred Stieglitz, osim za vrlo uspješne noćne fotografije je zaslužan i za promicanje fotografije kao umjetničke forme. Otvorio je mnoge galerije te promovirao američke avangardne umjetnike. S kolegom Edwardom Steichenom je od 1905. godine vodio izložbeni prostor Little Galleries of the Photo-Secession koji je prvi u SAD-u izložio europske moderniste poput Picassa i Matissea te tako imao značajnu ulogu u promicanju moderne umjetnosti.

Također je važno izdvojiti i prvu fotografkinju koja je snimala noću i u težim svjetlosnim uvjetima. Jessie Tarbox Beals bila je prva američka fotoreporterka. Tako je 1899. godine u suradnji s Boston post novinama fotografirala zatvor u Massachusettsu, a zanimljivo je i to kako je po dolasku u New York početkom 20. stoljeća otvorila svoj fotografski studio budući da ju ni jedna novinarska redakcija nije željele zaposliti jer je bila žena.

Novo stoljeće donijelo je značajne promjene u stilu. Početkom 1910. godine događa se prelazak s impresionističke fotografije na oštro fokusirane modernističke fotografije. Promjena se naravno dogodila zbog tehnološkog napretka. Tako su motivi fotografa, osim ulica noću bili i socijalni. Lewis Hine bio je sociolog i fotograf koji je radio za Nacionalni odbor za dječji rad. Putujući SAD-om fotografirao je i dokumentirao je portrete djece u surovim uvjetima tvornica. (Slika 7. i 8.)



Slika 7. i 8. Djeca u tvornicama - Lewis Hine

Još jedan bitan fotograf i slikar 20. stoljeća bio je Mađar Gyula Halász Brassai. Postao je jedan od najutjecajnijih noćnih fotografa svoje generacije. Ostavio je neizbrisiv zapis mračnog Pariza noću u vrijeme velike depresije od 1930-ih. Njegov najpoznatiji rad po nazivom „Pariz noću“ objavljen je 1932. godine. Bila je to prva monografija noćnih fotografija u povijesti. Samo neke od tema koje su obuhvatile njegov veliki opus bile su fotografije pariških ulica, bordeli, barovi, kazališta...

Bombardiranja u Drugom svjetskom ratu, između 1939. i 1942. godine, ostavilo je veći dio Europe u potpunom mraku za noćnih sati. Te teške životne okolnosti stvorile su neobične prilike za noćne fotografe. Tu su se ponajviše istaknuli Bill Brandt, engleski fotograf te američka fotografkinja Margaret Bourke -White. Bill Brandt fotografirao je mračne ulice Londona za vrijeme njemačkih zračnih napada. Izlazio bi samo za punoga mjeseca koji bi mu osigurao dovoljno svjetla za uspješnu ekspoziciju, te pronalazio mračne i osamljene kutke ulica. Margaret Bourke – White, fotografkinja časopisa Life, godine 1941. odlazi u Rusiju. Fotografirala je bombardiranja Moskve s krova američkog veleposlanstva, no zbog racija često je morala bježati u skloništa i naknadno se vraćati po fotoaparate i opremu, te u tajnosti razvijati filmove u kupاونici veleposlanstva.

U noćnoj fotografiji 1970-ih godina istaknuli su se američki fotografi Richard Misrach i Jan Staller. Započeo je karijeru kao noćni fotograf dokumentarnog projekta fotografirajući ulice Berkleya crno-bijelim filmom. Ipak su njegove najzapaženije fotografije one Stonehengea i kaktusa u Kaliforniji u kojima je kombinirao duge ekspozicije s bljeskalicom. (Slika 9.) Također bio je jedan od prvih umjetnika koji je izradio fotografije u boji na velikim formatima. Jan Staller je 1979. godine objavio knjigu fotografija napuštenih dijelova New Yorka u sumrak. Svojim konceptualnim radom i fotografijom, putem weba i društvenih mreža i danas radi na senzibiliziranju javnosti o ekološkim i društvenim problemima. (Slika 10.)



Slika 9. Stonehenge - Richard Misrach



Slika 10. New York – Jan Staller

Komercijalno najuspješniji fotograf 1990-ih bio je britanski fotograf Michael Kenna. Putujući po svijetu fotografirao je noću crno-bijele pejzaže po europskim gradovima, Egiptu, Japanu... Najupečatljivije fotografije svakako su one nastale u nacističkim koncentracijskim logorima diljem Europe. I dalje je jedan od najuspješnijih i najpoznatijih fotografa pejzaža te surađuje s velikim svjetskim brandovima.

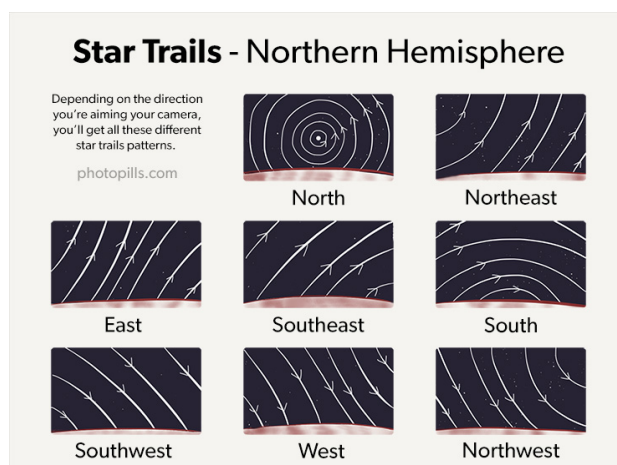
Napredak u noćnoj fotografiji događao se paralelno s napretkom tehnologije. Naglim razvojem digitalne fotografije narasla je i popularnost fotografiranja u težim svjetlosnim uvjetima. Web i društvene mreže također su odigrali važnu ulogu u približavanju noćne fotografije široj publici, te svakim danom sve više ljudi otkriva čari fotografije u težim svjetlosnim uvjetima. [2]

2.2 Odabrane tehnike fotografiranja i vrste fotografija u težim svjetlosnim uvjetima

Zbog nedostatka svjetla fotografiranje u težim svjetlosnim uvjetima može predstavljati pravi izazov. Manipuliranjem i eksperimentiranjem s parametrima poput otvora zaslona, brzine zatvarača, ISO vrijednosti te odabirom zanimljivih motiva rezultati fotografiranja pri slabim svjetlosnim uvjetima mogu biti zapanjujući. Neki od motiva fotografiranja u težim svjetlosnim uvjetima su zalasci i izlasci Sunca, tragovi svjetla, zvjezdano nebo i nebeska tijela, gradovi noću, vatromet, munje, snimanje predstava, koncerata i drugih događanja u slabije osvijetljenim interijerima. Odabrani motivi fotografiranja u ovom radu obuhvaćaju široki spektar mogućnosti fotografiranja u težim svjetlosnim uvjetima. Neki od motiva su zvjezdano nebo, tragovi svjetla, grad noću, munje i koncerti.

2.2.1 *Star i light trail* tehnike fotografiranja

Star trail je tehnika fotografiranja koja se dobiva dugim ekspozicijama, a služi za hvatanje prividnog kretanja zvjezdanog neba. Efekt je prividan budući da se ne vidi golim okom, a uzrok mu je Zemljina rotacija. *Star trail* ili tragovi zvijezda prikazuju pojedinačne zvijezde kao crte ili luk. Ovu tehniku koriste astronomi za mjerenje kvalitete promatranja mjesta na koji će postaviti teleskop. Za fotografe na sjevernoj hemisferi usmjeravanje fotoaparata prema sjeveru rezultira slikom s koncentričnim kružnim lukovima, a prema ostalim stranama svijeta rezultira ravnim prugama pod određenim kutom, ovisno o strani svijeta. (Slika 11.)



Slika 11. *Star trail*, sjeverna hemisfera

Postoje tri načina za dobivanje tragova zvijezda: jedna duga ekspozicija, kombiniranje više kraćih ekspozicija i obrada uz pomoć nekog programa za fotografije poput Adobe Photoshop, Startrails ili SatrStaX te od jedne fotografije digitalnom manipulacijom. Jednom dugom ekspozicijom tragovi zvijezda vidljivi su već nakon 15 minuta, ali ekspozicija može trajati i do nekoliko sati ovisno o željenoj duljini tragova. Fotografira se uz pomoć *bulb* postavke na fotoaparatu budući da nije ograničena vremenski. Iako se

stvaraju u uvjetima slabog osvjetljenja, duge ekspozicije, veliki otvor zaslona i velike ISO vrijednosti omogućavaju uspješno fotografiranje. Glavni nedostatak jedne ekspozicije za dobivanje tragova zvijezda je povećavanje šuma s povećavanjem vremenskog izlaganja senzora svjetlu. Zbog toga većina fotografa, amatera i profesionalaca, za fotografiranje tragova zvijezda odabire kombiniranje više fotografija nastalih kraćim ekspozicijama (najdulja ekspozicija na fotoaparatu je 30 sekundi) te ih uz pomoć programa za obradu fotografija slažu (eng. *Stack*) čime se postiže dulja ekspozicija i izbjegava šum. Za slaganje je potreban intervalometar unutar fotoaparata ili kao daljinski spojen na fotoaparat za automatsko snimanje niza fotografija. [3]

Light trail je također tehnika fotografiranja koja se dobiva dugim ekspozicijama. Budući da se okidač otvara na nekoliko sekundi ili više, svjetlo ostavlja trag prilikom kretanja. *Light trail* ili trag svjetla zanimljiva je tehnika fotografiranja dugim ekspozicijama i krije mnogo kreativnih načina fotografiranja. Budući da je svjetlosni trag ostavio objekt u pokretu stvara se osjećaj brzine i akcije u kadru. Jedna od najkreativnijih *light trail* tehnika fotografiranja je *Light painting*. *Light painting* ili slikanje svjetlom je tehnika fotografiranja u kojoj se s nekim izvorom svjetla i dugim ekspozicijama crtaju određeni oblici te dobivaju zanimljivi efekti. Postoje tri tehnike slikanja svjetlom i to su pomicanje izvora svjetla, pomicanje fotoaparata i web slikanje svjetlom. U pomicanju izvora svjetla fotoaparat je fiksiran, dok se kod tehnike pomicanja fotoaparata on slobodno pomiče za vrijeme trajanja ekspozicije. Web slikanje svjetlom podrazumijeva korištenje web kamera umjesto fotoaparata. [3] [4]

2.2.2 Koncertna i portretna fotografija u težim svjetlosnim uvjetima

Koncertna fotografija je vrsta fotografije koja označava sve aktivnosti vezane za glazbene koncerte i javne nastupe. Zahtijeva fotografske aparate kvalitetnih senzora i objektivne velike svjetlosne jačine. Započela je 1950.-ih godina s dolaskom *Rock n' Roll* glazbe i populariziranjem koncerata. Neki od najpoznatijih tadašnjih fotografa svakako su fotograf i novinar Rolling Stone Magazinea Robert Altman, Ethan Russell poznat po fotografiranju Johna Lennona i Jima Morrisona te Gered Mankowitz poznat po fotografiranju Rolling Stonesa. 1980.-ih skovano je pravilo 3 pjesme koje se i danas prakticira na većim koncertima. Pravilo znači da fotografi imaju pravo unutar fotopita (sigurnosna zona za fotografa koja odvaja publiku od pozornice) fotografirati prve 3 pjesme, odnosno 15-ak minuta. Još jedno bitno pravilo na fotografiranju koncerata je to da se bljeskalice nikada ne smiju koristiti budući da ometa izvođače i publiku. Danas su glazbeni fotografi uglavnom *freelanceri* ili volonteri. Uspješnost koncertne fotografije uvelike ovisi o samom osvjetljenju. Na pozornici se uglavnom nalaze reflektori jake svjetlosne jačine koji mogu mijenjati boju, a ponekad stroboskopska i blještava svjetla, što može dodatno otežati fotografiranje te je u tim situacijama najbolje pričekati da se svjetlo promijeni. Kako fotografije ne bi bile mutne važno je staviti najveću moguću brzinu zatvarača, a da pritom fotografija nije pretamna, budući da je na pozornici mnoštvo brzih kretanja. Koncertna fotografija je zahtjevna vrsta fotografiranja, no uz nešto prakse i brze prilagodbe osvjetljenju otkriva sve čari fotografiranja u težim svjetlosnim uvjetima. [3] [5]

Fotografiranje portreta u slabim svjetlosnim uvjetima pruža jedinstven doživljaj, bilo to

na ulici, javom nastupu ili u kućnim uvjetima. Zahtjeva korištenje dodatnog osvjetljenja kao ugrađene bljeskalice na fotoaparatu ili dodatnog vanjsko osvjetljenja poput raznih žarulja, svijeća, prskalice... Prednost ugrađene bljeskalice na fotoaparatu je ta što je uvijek dostupna, no ipak ima više nedostataka. Budući da se nalazi odmah iznad leće i usmjerena je ravno na objekt fotografiranja, nastale fotografije gube detalje i sjene. Zbog istog razloga (blizine leća i bljeskalice) javlja se efekt crvenih očiju. Dodatnim vanjskim osvjetljenjem lakše je manipulirati, pa se tako može utjecati na boju svjetla, kut, jačinu, raspršenje svjetla itd. Za raspršenje svjetla koriste se difuzori i služe za ravnomjernije osvjetljenje i smanjenje oštih sjena. U profesionalnim fotografskim studijima za raspršenje svjetla koristi se *softbox*. Portreti se također mogu fotografirati duljim ekspozicijama te kombinirati s drugim tehnikama poput *Light paintinga*, gdje se dobivaju jedinstveni i dinamični portreti. Važno je osobi koju se fotografira naglasiti da se tijekom duljih ekspozicija ne miče kako fotografije ne bi ispale mutne i neoštre. Objektivi koji se koriste za portretnu fotografiju uglavnom su standardni jer ne izobličuju perspektivu što je vrlo važno kod fotografiranja ljudi. [6] [7] [8]

2.3 Postavke digitalnog fotoaparata

Kao što je već rečeno svjetlo ima najvažniju ulogu u zapisu digitalne slike. Svaka od idućih opisanih postavki različito utječe na finalnu kvalitetu snimljene fotografije stoga je vrlo važno njihovo razumijevanje i poznavanje mogućnosti koje pružaju.

2.3.1 Ekspozicijski trokut

Ekspozicija je ukupna količina svjetla koja padne na senzor u vremenu, tj. $E = I \times t$. Definirana je trima tehničkim parametrima: ISO osjetljivosti, otvorom zaslona te brzinom zatvarača (tzv. ekspozicijski trokut). (Slika 12.) Kontroliranjem tim trima parametrima može se postići ispravna ekspozicija na fotografiji.



Slika 12. Međuovisnost otvora zaslona, brzine zatvarača i ISO osjetljivosti

Matematički ekspozicija je proporcionalna otvoru zaslona, a obrnuto proporcionalna brzini zatvarača. To znači da ako dvostruko povećamo otvor zaslona i brzinu zatvarača senzor će registrirati istu količinu svjetla, tj. ako je otvor zaslona dvostruko veći potrebno je samo pola vremena za registriranje jednake količine svjetlosti.

Ako je ukupna količina svjetlosti koja dolazi do senzora premala, nastala fotografija biti će podeksponirana (pretamna), a ako je do senzora došlo previše svjetla biti će preeksponirana (presvijetla). U tehničkom smislu ispravna ekspozicija je ona u kojoj na fotografiji crni i bijeli tonovi zaista izgledaju crno i bijelo, a da se pri tome gubi što manje detalja. U fotografskom smislu ispravna ekspozicija je ona kod koje fotograf postiže željeni efekt. [4]

2.3.1.1. ISO osjetljivost

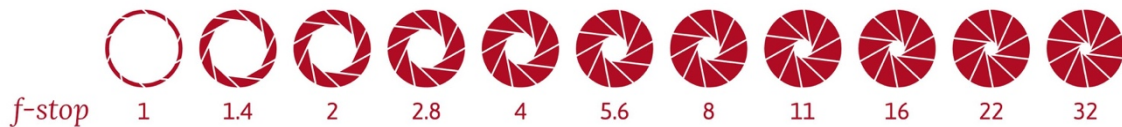
Konvencionalni filmovi za analognu fotografiju dolazili su u različitim oznakama za osjetljivost filma kao ASA (American Standards Association) i DIN (Deutsches Institut für Normung). Digitalni fotoaparati imaju tzv. ISO (International Organization for Standardization) vrijednost osjetljivosti fotosenzora kao ekvivalent nekadašnjim ASA/DIN vrijednostima za osjetljivost filma.

ISO predstavlja standardnu oznaku za osjetljivost senzora na svjetlo. Što je ISO broj veći, senzor će biti osjetljiviji na svjetlo koje ulazi kroz otvor zaslona. ISO 100 predstavlja bazičnu vrijednost za mnoge digitalne fotoaparate, iako neki fotoaparati imaju ISO vrijednost i manju od 50. Postavka ISO 200 znači da je senzor dva puta osjetljiviji od ISO 100, a kod postavke vrijednosti ISO 400 znači da je četiri puta osjetljiviji od ISO 100. Na novijim DSLR fotoaparatima osjetljivost senzora može se povećati i više od 25 600. Međutim, povećavanjem ISO vrijednosti povećava se i šum koji se manifestira kao zrnca na fotografiji zbog kojih se gubi kvaliteta. Ako je bitno da nema šuma ili da ga ima jako malo moraju se koristiti manje ISO vrijednosti, a manjak svjetla kompenzirati duljom ekspozicijom i/ili većim otvorom zaslona. [1]

2.3.1.2 Otvor zaslona i dubinska oštrina

Prilikom mjerenja količine svjetla koja prolazi kroz objektiv važno je imati standardne jedinice koje su primjenjive bez obzira na objektiv koji se koristi. Ta jedinica je tzv. f-broj. Otvor zaslona (f-broj) predstavlja otvor objektiva koji propušta određenu količinu svjetlosti, tj. omjer žarišne duljine objektiva i promjera otvora. To je precizan i osjetljiv mehanizam sastavljen od tankih metalnih listića smještenih unutar objektiva. Odnos veličine f-broja i količine svjetla koji prolazi kroz objektiv je obrnuto proporcionalan. Što je f-broj manji objektiv propušta više svjetla. Na slici 13. vidljiv je niz otvora objektiva koji se kreće od 1,4 do 32. Niz čine brojevi dobiveni množenjem, odnosno dijeljenjem s korijenom broja 2 (zaokruženo na 1.4). Fotografi u žargonu f-broj nazivaju „blendama“, odnosno smanjivanje ili zatvaranje blende i povećanje ili otvaranje blende. Budući da se govori o smanjenju blende a f-broj se povećava može

biti zbunjujuće, no odnos je obrnuto proporcionalan. Da bi se taj odnos naglasio f-broj se često piše kao razlomak, npr. $f/4$, te se na taj način jasno vidi da veći broj u nazivniku znači manji promjer otvora. Najmanji f-broj objektiva označava njegov najveći otvor odnosno njegovu svjetlosnu jačinu. Za objektiv koji ima $f/2.8$ se kaže da je svjetlosno jači od onoga koji ima $f/4.5$. [1]



Slika 13. Otvor zaslona (f-broj)

Dubinska oštrina (eng. *Depth of field*, DOF) označava zonu prihvatljive oštrine objekta koji se snima. Glavni faktori koji utječu na percepciju dubinske oštrine su otvor zaslona, žarišna duljina objektiva i udaljenost od objekta snimanja. Što je otvor zaslona veći (manji f-broj) dubinska oštrina je manja. Za dobivanje velike dubinske oštrine potrebno je zatvoriti zaslon. Time se smanjuje količina svjetla koja dolazi do senzora, te kao kompenzaciju za dovoljnu količinu svjetlosti ekspozicija mora biti dulja i/ili ISO vrijednost mora biti veća. Objektivi koji imaju kraću žarišnu duljinu (širokokutni objektivi) zahvaćaju širi kut kadra koji se snima te daju privid veće dubinske oštrine, za razliku od teleobjektiva koji imaju veću žarišnu duljinu koji povećavajući objekt snimanja daju privid smanjenja dubinske oštrine. Udaljenost od objekta snimanja utječe na dubinsku oštrinu na način da što smo bliže objektu snimanja dubinska oštrina se smanjuje. Osim navedena tri faktora na dubinsku oštrinu utječe i veličina senzora, kod manjih senzora prividna dubinska oštrina se povećava. [4]

Veličina otisnute fotografije i udaljenost s koje se promatra može utjecati na percepciju oštrine. Posljedica nefokusiranosti su kružići na slici koji predstavljaju neizoštrene dijelove fotografije. Nazivaju se kružići neoštrine (eng. *Circle of Confusion*, CoC) te oni definiraju područje dubinske oštrine. Sve što je na senzoru punog formata zabilježeno promjerom kružića od oko 1/30 mm ili manjim, smatra se oštrim. U tom području kružići su premali te ih naše oči registriraju kao prihvatljivo oštre.

Potpuna oštrina (tzv. kritična oštrina) postoji samo u fokusnoj ravni. Povećavanje fotografije i u potpunoj oštrini otkriva postojanje nedovoljne oštrine, no one su bez većih povećavanja fotografija teško uočljive ljudskom oku.

Područje neoštrine, dakle područje izvan kružića neoštrine se naziva *Bokeh*. Termin dolazi iz Japana gdje su skovani i termini poput *Ni-sen* (neoštrine koje stvaraju dvostruke linije), *Mae-Bokeh* (neoštrina prednjeg plana) i *Ushiro-Bokeh* (neoštrina pozadine). Kvaliteta Bokeha u potpunosti ovisi o optičkim parametrima objektiva i prilično je subjektivna kategorija stoga je rijetko predmet rasprava. [1]

2.3.1.3 Brzina zatvarača

Brzina zatvarača određuje vrijeme izloženosti senzora svjetlu. Postiže se uz pomoć mehaničkog zatvarača koji je ugrađen u tijelo fotoaparata. Smješten je između objektivna i senzora koji se otvara samo u trenutku fotografiranja, tj. pritiskom okidača fotoaparata. Brzina zatvarača označava se brojevima koji predstavljaju dijelove sekunde, tako npr. 1/125 predstavlja 1/125 sekundi. Kraćim vremenom ekspozicije manja je mogućnost da će zbog pomicanja fotoaparata ili objekta snimanja fotografija biti mutna. Standardni niz brojeva datira još iz vremena prvih analognih fotoaparata, a dobiva se dijeljenjem prethodnog broja s 2:

B, 30", 15", 8", 4", 2", 1", ½, ¼, 1/8, 1/15, 1/30, 1/60, 1/125, 1/250, 1/500, 1/1000, 1/2000, 1/4000

Kao i kod vrijednosti otvora zaslona, promjena vrijednosti za jedan korak kod brzine zatvarača se udvostručuje ili smanjuje za pola količine svjetlosti koja dolazi na senzor. Npr. ako povećamo brzinu zatvarača s 1/60 na 1/125 znači da će na senzor dospjeti duplo manje svjetla, tj. ako smanjimo brzinu s 1/125 na 1/30 na senzor će dospjeti četiri puta više svjetla.

B označava tzv. BULB način snimanja uz pomoć kojega zatvarač može biti otvoren neograničeno vrijeme. Budući da je na većini fotoaparata najdulje vrijeme ekspozicije 30 sekundi BULB način snimanja savršen je za ona snimanja kada to nije dovoljno vremena za uspješno fotografiranje u težim svjetlosnim uvjetima. [1]

2.3.2 Odabir načina snimanja, izoštravanja i okidanja

Digitalni fotoaparati imaju tri osnovna načina snimanja: automatski, poluautomatski i ručni. Automatski način snimanja grupiran je u tzv. osnovnu zonu, dok poluautomatski i automatski spadaju u kreativnu zonu. U poluautomatske i ručne načine spadaju P (*Programmed Autoexposure*), AV/A (*Aperture Priority Auto*), TV/S (*Shutter Priority Auto*), M (*Manual Mode*) i B (*Bulb*). Koriste se kada fotografi žele imati veću kontrolu nad onim što snimaju.

Određivanje ispravne ekspozicije ovisi o sposobnosti svjetlomjera koji je ugrađen u fotoaparat. Postoje tri osnovna načina mjerenja svjetla (eng. *metering model*). To su mjerenje u točki, djelomično mjerenje, centralno-prosječno mjerenje i multisegmentalno (evaluacijsko) mjerenje. Mjerenje u točki (eng. *spot metering*) je precizan način mjerenja svjetla jednog određenog dijela scene ili objekta. Koristi se u situacijama kada se snima svijetli objekt pred prevladavajućom tamnom pozadinom. U djelomičnom mjerenju (eng. *partial metering*) mjeri se intenzitet svjetla u sredini tražila na površini nešto većoj od opcije mjerenja u točki. Centralno-prosječno mjerenje (eng. *center-weighted average metering*) je način mjerenja svjetla kod kojeg se mjerenje obavlja na području cijelog tražila, a kod multisegmentalnog (eng. *pattern metering*) se mjerenje vrši po cijeloj sceni u zonama te je to jedini način mjerenja kod automatskog načina snimanja. Multisegmentalni način mjerenja pogrešno mjeri svjetlo u situacijama

presvijetlih ili pretamnih dijelova scene.

Osim što fotografija mora biti ispravno eksponirana mora biti i oštra. Naknadnom obradom ne može se popraviti loše izoštrena fotografija. Ponekad je namjerno neizoštrenje na fotografiji potrebno za kreativne svrhe i za postizanje određene atmosfere. Fotoaparati imaju ručno izoštravanje (MF - eng. *manual focus*) i tri automatska načina izoštravanja (AF – eng. *auto focus*) u koja spadaju pojedinačno, kontinuirano i promjenjivo automatsko izoštravanje. Automatski načini izoštravanja vrlo dobro rade, no postoje situacije u kojima je bolje koristiti ručno. Neki od primjera su makrofotografija, portreti, fotografiranje kroz ogradu, panorame, *light-painting*, fotografiranje u težim svjetlosnim uvjetima...

Načini okidanja koji današnji digitalni fotoaparati nude su pojedinačno, kontinuirano i okidanje s vremenskom odgodom. Noviji modeli nude i kontinuirano okidanje s mogućnošću odabira većeg ili manjeg broja snimki te tihi način okidanja (eng. *silent shooting*). Pojedinačno okidanje (eng. *single shot*) je tvornički zadani način okidanja pomoću kojega se pritiskom na okidač okida samo jedna fotografija. Uglavnom je najbolji način okidanja za većinu situacija, no u akcijskim i brzim kadrovima snimanje jedne fotografije nije dovoljno za bilježenje željenog trenutka. Za takve scene koristi kontinuirani način okidanja (eng. *continuous shooting*). U kontinuiranom načinu snimanja fotografije će se snimati dokle god je pritisnut okidač. Neki fotoaparati nude dvije različite mogućnosti kontinuiranog okidanja, s većim (H – eng. *high continuous*) ili manjim (L – eng. *low continuous*) brojem snimaka. Okidanje s vremenskom odgodom (eng. *self-timer*) se koristi kada fotograf želi biti na fotografiji koju snima, ali i kod snimanja dugačkih ekspozicija kako bi se izbjegla bilo kakva trešnja fotoaparata. Za okidanje s vremenskom odgodom mogu se koristiti i daljinski okidači koji omogućavaju snimanje bez dodirivanja fotoaparata. Danas postoje žičani i bežični okidači, a koriste se i mobilne aplikacije koje pametne telefone pretvaraju u daljinski okidač. [4]

2.3.3 Veličine i formati slike

Prije samog snimanja potrebno je izabrati veličinu i format slike. Kod većine fotoaparata postoje tri veličine, a to su: S (*small*) mala, M (*medium*) srednja i L (*large*) velika veličina. Odabir ovisi o samoj namjeni fotografije. Veličina L omogućava snimanje u punoj rezoluciji koju senzor fotoaparata ima te predstavlja najbolju opciju od tri navedene. Također veća rezolucija omogućava izradu fotografija većih formata. U slučaju da se fotografije koriste samo na monitoru, tj. digitalno potrebna je manja rezolucija i u tom slučaju nema potrebe za snimanjem u najvećoj veličini. [4]

Glavna razlika između formata je ta je li slika komprimirana ili ne. Komprimirani formati generiraju manje datoteke, te se dijele u dvije kategorije: s gubicima (eng. *lossy*) i bez gubitaka (eng. *lossless*). Format bez gubitaka osiguravaju kompletnu informaciju o slici, a oni s gubicima selektivno odbacuju slikovne informacije. Vizualne razlike između komprimirane i originalne slike naziva se artefakt komprimiranja (eng. *compression artifacts*). Digitalni fotoaparati nude spremanje slika u tri formata, a to su JPEG, TIFF i RAW.

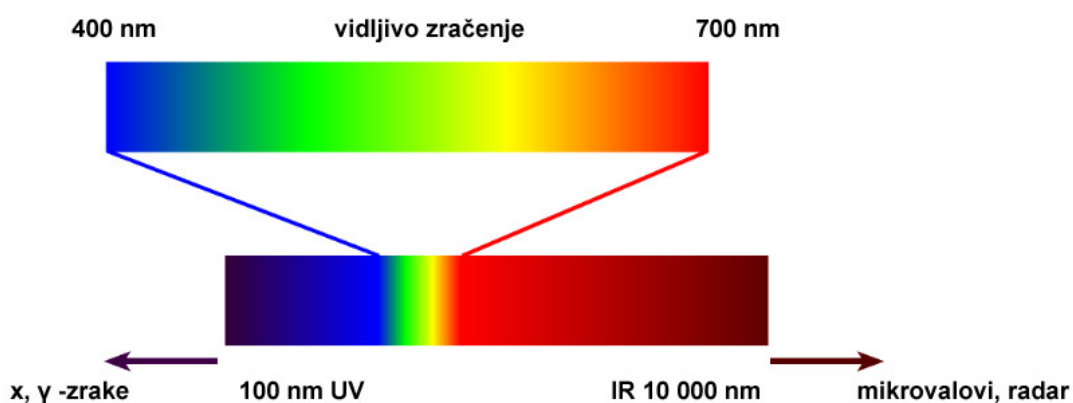
JPEG (eng. *Joint Photographic Expert Group*) format spada u kategoriju formata s gubicima i kreiran je specifično za spremanje fotografskih slika. Postao je standardni format za spremanje slika u digitalnom fotoaparatu, ali i na webu. Ima ugrađeni algoritam koji smanjuje datoteku komprimirajući sliku na način da nastoji zadržati što više detalja koji su najvažniji. Odbacuje detalje koji su vizualno manje uočljivi, imajući u vidu činjenicu da ljudsko oko bolje zamjećuje razlike u svjetlini nego u bojama. Stoga slike s više šuma, tj. s više detalja neće se bitno smanjiti, dok će se na slikama s više boja i manje teksture postići bitno veći stupanj kompresije.

TIFF (eng. *Tagged Image File Format*) je standard u izdavačkoj industriji, te se naročito koristi kod velikih povećavanja formata. Datoteke TIFF formata značajno su veće od onih u JPEG formatu, a mogu biti komprimirane ili nekomprimirane koristeći algoritam bez gubitka. Za razliku od JPEG formata, slike mogu imati ne samo 8-bitnu nego i 16-bitnu dubinu boja po kanalu. Zbog veličine datoteke i ograničavajuće procesne snage u digitalnim fotoaparatima koristi se samo 8 bita po kanalu.

RAW je engleska riječ koja doslovno znači sirov, dakle neobrađen format. Postoji veliki broj različitih tipova RAW datoteka zbog različitih proizvođača, a samo neki su .NEF (Nikon), .CRW, .CR2 (Canon), .ORF (Olympus), .ARW (Sony)... Sadrži originalne informacije sa senzora prije obrade fotografije u fotoaparatu. Takva datoteka naknadno se obrađuje na računalu uz pomoć programa koji imaju RAW konvertor (poput Adobe Photoshop, Adobe Lightroom...). Svi parametri koji su namješteni na fotoaparatu prije fotografiranja će biti ignorirani od programa fotoaparata i neće biti primijenjeni na RAW format. RAW predstavlja izuzetnu mogućnost fotografima koji imaju tehnički naprednije fotoaparate da sami naknadno određuju parametre i time značajno utječu na finalni izgled fotografije. Jedan od glavnih nedostataka svakako je memorija koju zauzima RAW format koji od JPEG formata veći otprilike 4 do 5 puta. Za većinu korisnika snimanje u JPEG formatu i više je nego dovoljno. JPEG datoteke su komprimirane i stoga manje, spremaju se brže u memoriju i više fotografija stane na memorijsku karticu. Mnogi profesionalci snimaju u JPEG formatu s postavkom najmanje kompresije, odnosno najveće kvalitete. Za apsolutnu kontrolu balansa bijele boje, kontrasta, zasićenja, izoštravanja i pri ispisu većih dimenzija, najbolje je snimati u RAW formatu. [1]

2.4 Svjetlo i boja

Svjetlo je preduvjet za fotografiju. Fizikalno, svjetlo predstavlja elektromagnetsko zračenje. To je energija zračenja, nastala atomskim promjenama u fizikalnoj strukturi materije, koja se rasprostire od izvora u svim smjerovima i širi u obliku valova. Ljudsko oko reagira na jako mali dio elektromagnetskog zračenja i to u rasponu od 380 nm do 750 nm nazvanim vidljivim dijelom spektra. (Slika 13.) Percepcija bijele svjetlosti je mješavina, tj. refleksija svih valnih duljina vidljivog dijela spektra. Ako neki predmet apsorbira sve valne duljine i ne reflektira ni jednu, izgledati će crno. [1]



Slika 14. Elektromagnetsko zračenje

Različiti izvori svjetlosti imaju i različite boje. U prirodne izvore svjetlosti spadaju svjetla Sunca i neba. Sunčeva svjetlost daje tople boje i jake tonove dok ona nebeska pružaju hladne. Karakteristike dnevnog svjetla ovise o dobu dana, pa tako tijekom izlaska i zalaska sunca tonovi boje su crveni i topliji. Od umjetne rasvjete u fotografiji se najviše koriste bljeskalice, halogene žarulje, fluorescentne cijevi, LED svjetla... Prednosti umjetne rasvjete su mogućnost kontrole jačine i smjera osvjetljenja. Važna rasvjeta u studijskim uvjetima su difuzna svjetla i reflektori. [3]

Boja je psihofizički fenomen induciran svjetlom, tj. osjećaj koji u mozgu izaziva svjetlost emitirana od nekog izvora ili reflektirana s površine nekog tijela. Tri osnovna obilježja boje (psihološki atributi) su ton (eng. *hue*), zasićenje (eng. *saturation*) i svjetlina (eng. *lightness/brightness*). (Slika 15.)



Slika 15. Ton, zasićenje i svjetlina

Ton označava vrstu boje, a definira se kao kromatska kvaliteta boje, odnosno kvaliteta kojom se jedna boja razlikuje od druge. Boja se može podijeliti u dvije skupine, a to su kromatske (npr. crvena, plava, zelena, žuta...) i akromatske boje (crna, siva i bijela). Budući da su neke kromatske boje svjetlije i neke tamnije, moguće je uspoređivati svaki stupanj njihove svjetline sa svjetlinom akromatske boje. Ta se osobina naziva svjetlina (luminacija), a predstavlja parametar kojim se razlikuje svjetla boja od tamne. Ako se neka kromatska boja miješa s akromatskom bojom jednake svjetline, svjetlina ostaje ista. Nastala promjena u čistoći boje ovisi o relativnoj količini tih dviju boja, a ta se osobina naziva zasićenje (saturacija). To je stupanj do kojega se boja čini čistom. [1]

2.4.2 Temperatura boja i ravnoteža bijele

Temperatura boje izražena u stupnjevima Kelvinima (K) koristi se za označavanje boje izvora svjetlosti u usporedbi s bojom crnoga tijela koji apsorbira svu svjetlost koja pada na njega. Zagrijavanjem, crno tijelo prolazi kroz cijeli vidljivi spektar boja, od tamnocrvene do svijetloplave. Kao osnova za pojam Bijele sunčeve svjetlosti služi svjetlost Sunčevih zraka između 10 i 16 h, a iznosi 5500 K. Dakle, niže temperature prikazane su crvenim i narančastim tonom, dok su više temperature one plavkastih i bijelih tonova. Zbog standardnog numeričkog opisa na fotoaparatima moguće je utjecati

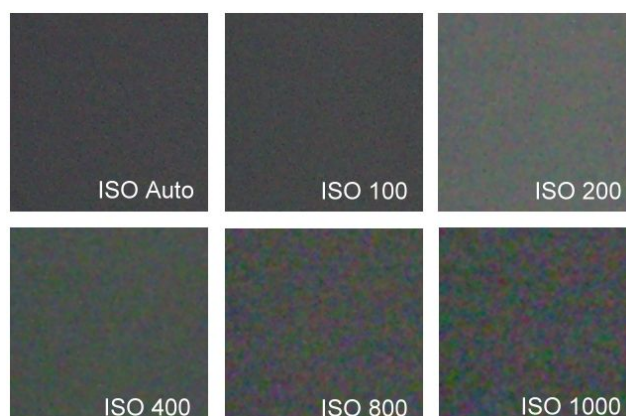
na boju svjetla na sceni i to uz pomoć postavke za ravnotežu bijele. [3]

Ljudsko oko je zbog kromatske adaptacije prilagodljivo različitim izvorima svjetlosti, i to u promjenama intenziteta svjetla i temperaturi boje svjetla. To znači da će ljudsko oko list papira vidjeti kao bijeli iako sve tri komponente svjetla (RGB) nisu zastupljene u istom odnosu. Senzor digitalnog fotoaparata vjerno reproducira razlike u boji, te tako bez dodatne korekcije boje na fotografiji izgledaju različito, ovisno o izvoru svjetlosti. Digitalni fotoaparati nude niz opcija za snimanje u različitim uvjetima dnevnog i umjetnog svjetla. Postavke ravnoteže bijele dijele se na automatske, predefinirane i ručne postavke. U automatske postavke spadaju Auto (oko 3000 K – 7000 K) i Dnevno svjetlo (oko 5200 K), u predefinirane Sjena (oko 7000 K), Oblačno/Sumrak/Zalazak Sunca (oko 6000 K), Žarulja (oko 3200 K), Bijela neonska rasvjeta (oko 4000 K) i Bljeskalica (oko 6000 K), a u ručne postavke spadaju Ručno podešavanje (oko 2000 K – 10 000 K) i Temperatura boje (oko 2800 K – 10 000 K). U automatskim načinima snimanja koristi se automatsko podešavanje bijele (eng. *automatic white balance* – AWB), no katkad je potrebno ručno podesiti drugu opciju koja bi bolje interpretirala boju svjetla, bližu onoj koju vidi ljudsko oko. Automatsko podešavanje radi najefikasnije kada u kadru postoji barem jedan neutralan objekt koji služi za referencu. Ručno podešavanje koristi se u situacijama kada je potrebno precizno odrediti ravnotežu bijele (npr. u produkt fotografiji, fotografiji umjetničkih djela, modnoj fotografiji) ili pri snimanju u neuobičajenim izvorima svjetla koji se ne nalaze u predefiniranim postavkama fotoaparata. Ručno podešavanje podrazumijeva primjenu bijele ili sive testne karte, no u nedostatku iste može poslužiti i obični bijeli papir. Snimka testne karte služi kao referentna točka za određivanje balansa bijele, no važno je sve snimati u istim svjetlosnim uvjetima budući da je podešenje vezano isključivo za tu rasvjetu. Drugi ručni način snimanja je temperatura boje. Namještanjem brojčanih vrijednosti temperature boja svjetla omogućava precizno podešavanje balansa bijele ovisno o izvoru svjetla. Uglavnom se koristi kod snimanja s umjetnom i studijskom rasvjetom za koju postoje tvornički podaci o temperaturi boje svjetla. [4]

2.4.3 Šum

U digitalnim optičkim sustavima šum je definiran kao neželjeni nasumični signal jer se miješa s korisnim signalom i smanjuje mu kvalitetu. Uzrok šuma je senzor, a na fotografiji se očituje kao nasumična varijacija u vrijednosti piksela, tj. nasumične točkice na inače jednolikoj površini. Kod elektroničkih uređaja koji šalju i primaju signale uvijek je prisutan određeni stupanj šuma. Za digitalne fotoaparate to je svjetlost koja padne na senzor i oslobađa elektrone koji elektronički sklopovi pretvaraju u signal. Zbog nesavršenosti elektroničkih sklopova nastali šum se ugrađuje u brojčanu vrijednost digitalne informacije o intenzitetu svjetla. Šum može nastati i zbog toplinske energije. Na količinu šuma utječu uvjeti snimanja i same karakteristike senzora fotoaparata. Postavke fotoaparata koje imaju najveći utjecaj na stvaranje šuma su dugo vrijeme ekspozicije, velike ISO vrijednosti (Slika 16.) te visoke temperature okoline. Što se tiče senzora, šum je manje izražen kod senzora većeg formata budući da može primiti više svjetla. Također, razina šuma ovisi i o modelu i starosti fotoaparata. Noviji modeli fotoaparata imaju bolje senzore i jake procesore koji omogućavaju uklanjanje

šuma odmah nakon snimanja fotografije.



Slika 16. Digitalni šum pri različitim ISO vrijednostima

Najčešće vrste šuma su nasumični šum, šum konstantnog uzorka i trakasti šum. Nasumični šum (eng. *random noise*) je uzrokovan nepredvidljivim ponašanjem elektroničkih komponenti unutar fotoaparata i nikada nema isti uzorak. Javlja se pri visokim ISO vrijednostima, ali ne ovisi o duljini ekspozicije. Šum konstantnog uzorka (eng. *fixed pattern noise*) nastaje kod dugih ekspozicija i niskih ISO vrijednosti. Uzrokuje ga toplina nastala prolaskom električne struje kroz senzor te je izražajniiji pri višim temperaturama okoline u kojoj se snima. Trakasti šum (eng. *banding noise*) se javlja nakon obrade u fotoaparatu te ovisi o načinu obrade podataka procesora i softvera. Najviše ovisi o proizvođaču i tipu fotoaparata, a pojavljuje se u obliku horizontalnih i vertikalnih linija. Najvidljiviji je pri visokim ISO vrijednostima i u sjenama.

Veću kontrolu nad šumom i uklanjanjem šuma moguće je postići snimanje u RAW formatu. Kao što je već rečeno, snimanjem u RAW formatu zadane postavke na fotoaparatu neće utjecati na sam zapis slike. [1] [4]

2.5 Oprema

2.5.1 DSLR fotoaparati

DSLR (eng. *Digital Single Lens Reflex*) fotoaparati koriste sustav ogledala i pentaprizme kako bi se svjetlost iz objektiva usmjerila u tražilo fotoaparata. Osnovna značajka DSLR fotoaparata je mogućnost izmjenjivanja svih vrsta objektiva. Glavna prednost svakako je ta da optičko tražilo nema grešku paralaksa budući da u tražilo skreće isti svjetlosni snop koji formira sliku na senzoru. Spada u profesionalne i poluprofesionalne fotoaparate zbog velikog senzora, tehničke kvalitete, a pruža potpunu kontrolu svih postavki i snimanje u RAW formatu te brzo i precizno izoštravanje. Zbog

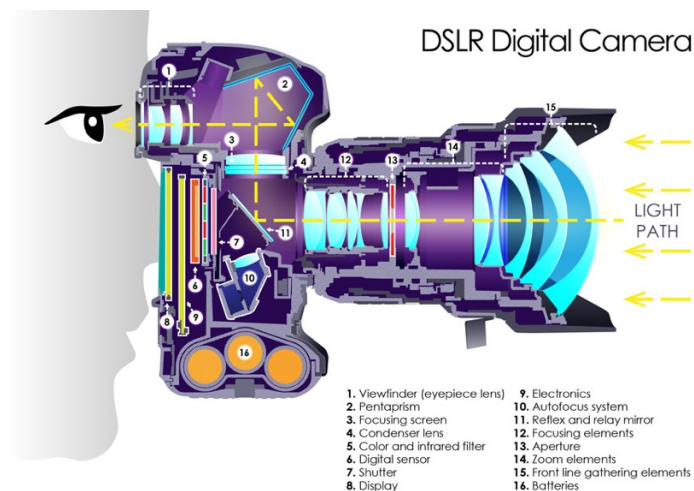
velikog senzora fotografije nastale DSLR fotoaparata imaju manje šuma i bolji dinamički raspon što je izrazito važno u fotografiranju u težim svjetlosnim uvjetima. Neki od nedostataka su veće cijene fotoaparata i opreme, složenija uporaba kao i težina fotografske opreme. [4]

Važan dio DSLR fotoaparata je senzor. Senzor je tehnička komponenta koja je najodgovornija za postizanje kvalitete slike. Danas se proizvodi u mnogo različitih veličina. Senzor punog formata (eng. *Full frame*) predstavlja relativni odnos prema senzoru veličine 35 mm, tj. veličinu negativa u klasičnom formatu Leica filma. Što je senzor veći fizički je više mjesta za veće piksele, a više većih piksela znači veća rezolucija te manje šuma. Senzorska tehnologija kontinuirano se usavršava zajedno s programskim algoritmima za smanjenje šuma. Većina današnjih fotoaparata koriste CCD ili CMOS senzore, a još neki su MOS i JFET senzori.

CCD (eng. *Charge Coupled Device*) senzor se proizvodi na tankim silicijskim pločicama, a sastoji se od piksela. Dolaskom svjetla na senzor (piksel), fotoni izbijaju elektrone u siliciju te nastaje električni naboj. U prošlosti je bio osjetljiviji na svjetlo od svojih konkurenata te se zbog toga najviše koristio. Za razliku od CCD senzora, CMOS (eng. *Complementary Metal Oxide Semiconductor*) senzori su u prošlosti imali problema s osjetljivošću na šum što je rezultiralo lošim performansama u težim svjetlosnim uvjetima, ali danas se u DSLR fotoaparate ugrađuju CMOS senzori znatno boljih performansa. To dokazuje i podatak da Canon u svom cjelokupnom DSLR asortimanu koristi isključivo CMOS senzore. U osnovi svi senzori moraju ispuniti ovih pet zadataka: apsorbirati fotone, stvoriti naboj od tih fotona, prikupiti naboj, prenijeti ga i pretvoriti u napon struje. Oba navedena senzora ispunjavaju svih pet zadataka, no razlikuju se u prijenosu i pretvorbi naboja. CCD senzor nastali naboj seli s piksela na piksel te ga pretvara u napon na izlazu. CMOS senzor naboj pretvara u napon unutar svakog pojedinog piksela. Još neke razlike između senzora su da CMOS troši manje struje što rezultira manjim termalnim šumom, a također CMOS senzori mogu izvoditi i obradu slike, smanjivanje šuma i analogno-digitalnu pretvorbu. [1] [4]

2.5.1.1 Princip rada DSLR fotoaparata

Princip rada SLR (eng. *Single Lens Reflex*) fotoaparata nepromijenjen je više od pola stoljeća, a jedina bitna promjena je medij koji bilježi slike. U analognoj fotografiji to je bio film, a u digitalnoj je to senzor. Kratica SLR odnosi se na sustav optičkog tražila. Sastoji se od pokretnog zrcala koje reflektira svjetlo, a ono prolazi kroz objektiv i pentaprizmu koja usmjerava svjetlo na tražilo. (Slika 17.) Kroz optičko tražilo vidljiv je točno onaj kadar koji će se zabilježiti na senzoru i to zahvaljujući zrcalu koje se nalazi iza objektiva u tijelu fotoaparata, te pentaprizmi koja se nalazi iznad zrcala. Zrcalo se podiže pritiskom okidača i tako propušta svjetlo iz objektiva na senzor. U trenutku osvjetljavanja senzora slika se više ne može vidjeti kroz tražilo. Zbog toga što je zrcalo podignuto tijekom snimanja videa kadriranje se obavlja putem *Live view* opcije na LCD zaslonu, a ne putem optičkog tražila. [4]



Slika 17. Grafički prikaz presjeka DSLR fotoaparata

2.5.1.2 Nastajanje slike

Nakon što senzor registrira svjetlinu slijedi postupak interpolacije u kojemu se određuje boja za svaki pojedini piksel u konačnoj slici. Svjetlina i boja su analogne veličine koje treba pretvoriti u digitalni format, i to se radi uz pomoć analogno-digitalnog pretvarača (eng. *Analog to Digital converter*). A/D pretvarač je elektronički sklop koji analognu informaciju pretvara u niz binarnih brojeva, tj. u digitalni format. Radi na slijedećem principu: fotodioda pretvara energiju dolaznih fotona u električni naboj, a on se zatim pretvara u napon i pojačava do nivoa potrebnog za daljnje procesiranje u A/D pretvaraču. Napon, kao analognu veličinu piksela, A/D pretvarač klasificira u diskretne nivoe svjetline postupkom nazvanim vremensko uzorkovanje (eng. *sampling*). Tim se postupkom u određenim vremenskim intervalima dodjeljuju izmjerene, diskretne vrijednosti. To znači da ako imamo samo dva diskretna nivoa, klasificirali bismo tamnije piksele kao crne, a svjetlije kao bijele i time bi nastala dvobojna slika. Za fotografiju s više detalja ipak je potrebno više informacija, a to se dobiva kombiniranjem 1 i 0. Tako 2 bita generiraju 4 kombinacije: 00, 01, 10, 11. Svaka od ovih kombinacija predstavlja neku od 4 nijanse sive. Istim principom 8 bita daje 256 nijansi sive, a to je ujedno i najveći broj nijansi koje ljudsko oko može razlikovati. [1]

2.5.2 Objektivi

Objektivi su optičko – mehanički sustavi koji imaju za funkciju prikupljati i usmjeravati svjetlo na senzor. Objektiv se sastoji od više leća izrađenih od transparentnog materijala. Najčešće je to optičko staklo različitih kvaliteta, a ponekad se koriste i razne plastike, kvarc... Broj leća od kojih se sastoji ovisi o više parametara, između ostalog o širini vidnog polja i maksimalnom otvoru zaslona, tj. svjetlosnoj jačini objektiva. Tako se npr. objektiv s maksimalnim otvorom zaslona $f/2.8$ sastoji od najmanje tri ili četiri leće, a izrazito širokokutni sadrže i do dvadesetak leća. Karakteristike objektiva su njegova žarišna duljina i otvor zaslona. Što je otvor zaslona (f-broj) manji, maksimalni

otvor zaslona je veći, a samim time i njegova svjetlosna jačina. Prema žarišnoj duljini dijele se na standardne, širokokutne i teleobjektive. Također postoje i objektivi za specijalne namjene kao makroobjektivi, „riblje oko“, pomično-nagibni, zrcalni, superteleobjektivi... Osim po žarišnoj duljini i namjeni razlikuju se i prema tome imaju li promjenjivu žarišnu duljinu (*zoom* objektivi) ili fiksnu žarišnu duljinu (primarni objektivi). Objektive s fiksnom žarišnom duljinom karakterizira veća kvaliteta fotografija od onih s promjenjivom žarišnom duljinom budući da *zoom* objektivi zamjenjuju više različitih objektiva.

Standardni (normalni) objektivi su oni čija je žarišna duljina jednaka dijagonali senzora fotoaparata. Žarišna duljina ovih objektiva je od oko 40 mm do 60 mm, a vidni kut između 40° i 50°. Fotografije nastale standardnim objektivom djeluju prirodno (normalno) budući da pokrivaju vidni kut sličan ljudskom oku. Tako 50 mm objektiv ima vidni kut 46° koji odgovara vidnom kutu ljudskog oka. Uglavnom su to laganiji i jeftiniji, ali kvalitetni objektivi. Koriste se pri snimanju portreta jer ne izobličuju lice, u lošim svjetlosnim uvjetima budući da imaju mogućnost velikog otvora zaslona te u situacijama u kojima je cilj prikazati stvarnost (npr. novinska fotografija).

Širokokutni objektivi imaju žarišnu duljinu manju od 35 mm, a vidni kut od 180° do 60°. Objekti gledani kroz ovaj objektiv doimaju se udaljenijima. Polje dubinske oštine kod širokokutnih objektiva veće je nego kod standardnih budući da imaju kraću žarišnu duljinu. Što je kut vidnog pola veći, veće su i distorzije perspektive, pa objekti fotografirani širokokutnim objektivima na rubovima izgledaju izduženi. Koriste se za snimanje pejzaža, snimanje velikih zgrada i za skućene zatvorene prostore. Važno je znati da uporabom ovih objektiva na fotoaparatima manjih senzora dolazi do faktora izrezivanja, pa će manji senzor zabilježiti manju površinu i time smanjiti vidno polje. Teleobjektivi imaju žarišnu duljinu veću od 70 mm, a vidni kut manji od 35°. Zbog uskog vidnog kuta stvaraju dojam veće blizine snimanog objekta. Što je žarišna duljina objektiva veća, to je i polje dubinske oštine manje, pa tako teleobjektivi imaju malu dubinsku oštinu. Najviše se koristi za snimanje životinja, sporta i ostalih motiva kojima je teško prići blizu. Teleobjektivi su teški i veliki, pa treba paziti da brzina zatvarača bude dovoljno velika da se izbjegne trešnja fotoaparata. Ako je npr. žarišna duljina objektiva 200 mm, u slučaju snimanja bez stativa brzina zatvarača trebala bi biti barem 1/200. [1] [4] [6]

2.5.3 Dodatna oprema

Na tržištu postoji mnogobrojna dodatna fotografska oprema, a podrazumijeva stativ, memorijske kartice, punjače, baterije, bljeskalice, daljinske okidače, filtere, sjenila, set za čišćenje fotoaparata... Važno je znati izabrati dodatnu opremu koja će zaista biti od pomoći u različitim uvjetima fotografiranja i koja neće biti suvišna. Od bitnije opreme svakako treba izdvojiti bateriju, punjač, memorijsku karticu i u slučaju ovoga rada, stativ.

Rad digitalnog fotoaparata ovisi o snazi koju crpi iz baterije. Bez obzira što današnji noviji fotoaparati zahtijevaju manje baterijske snage od starijih i dulje traju važno je imati rezervnu punu bateriju, pogotovo u situacijama kada se snima na terenu. Većina

današnjih fotoaparata koristi litij-ionske (Li-ion) punjive baterije karakteristične za određeni model i proizvođača. Velika prednost takvih baterija, osim ekoloških i ekonomskih, je što uvijek drže podjednaku snagu bez obzira jesu li potpuno pune ili gotovo prazne.

Fotografije snimljene digitalnim fotoaparatom spremaju se na memorijsku karticu, stoga je nabava dodatne kartice neizbježna. Pri izboru memorijske kartice važna je kompatibilnost sa samim fotoaparatom te kapacitet kartice i brzina. Pri fotografiranju u RAW formatu važno je koristiti memorijske kartice s velikim kapacitetom i brzinom. Brzina kartice se mjeri njezinom brzinom zapisivanja na karticu, ali i brzinom prebacivanja fotografija s kartice na računalo. Važno je znati kako brža memorijska kartica ne omogućava brže snimanje jer je broj okidanja u sekundi određen hardverom fotoaparata. Brže kartice većom brzinom pohranjuju fotografije iz privremene memorije i time se reducira vrijeme potrebno fotoaparatu da bude spreman za daljnje fotografiranje u kontinuiranom načinu snimanja.

Iako većina novih digitalnih fotoaparata ima ugrađenu stabilizaciju slike, pri sporijim brzinama zatvarača vrlo lako dolazi do trešnje fotoaparata što rezultira zamućenjem slike. Stoga je pri snimanju dugih ekspozicija i u slabim svjetlosnim uvjetima važno koristiti stativ kako bi oslonac bio stabilan. Neizbježan je i u snimanju *Time-lapse* fotografije, HDR fotografije, snimanju noćnog neba, makrofotografiji, a može se koristiti i kao držač za raznu drugu opremu poput bljeskalica, rasvjete, reflektora... Stativ (*tripod*) uglavnom ima tri teleskopske noge i centralni dio koji se može podizati i spuštati. Na vrhu je glava unutar koje se nalazi pločica za montiranje fotoaparata. Glava se najčešće može rotirati gore-dolje i lijevo-desno, te omogućava i fotografiranje u uspravnom, portretnom formatu. Osim klasičnih stativa s tri noge, postoje i oni jednonožni (*monopod*) te fleksibilni (*gorillapod*) koji se može omotati oko bilo kojeg objekta. [4] [9]

2.6 Upute za uspješno fotografiranje u teži svjetlosnim uvjetima

Fotografiranje u težim svjetlosnim uvjetima se na prvu može činiti zahtjevnim, no uz vježbu i poznavanje gore navedenih tehničkih specifikacija digitalnog fotoaparata i opreme s kojim se snima svladavanje postaje intuitivno.

U nedostatku svjetlosti mnogi posežu za bljeskalicom, no u većini slučajeva bljeskalica nije dobar odabir. Prvobitno zato jer ometa ljude koje se fotografira, a također rezultira pretjeranom kontrastu između osvijetljenih i neosvijetljenih područja. Unatoč tome, *pop-up* bljeskalica na fotoaparatu može pomoći pri fotografiranju brzih scena i pokreta.

Snimanje u manualnom načinu rada jedno je od važnih faktora za uspješno fotografiranje u težim svjetlosnim uvjetima budući da omogućava potpunu kontrolu svakog parametra fotoaparata. Kao što je navedeno u poglavlju 2.3.1 uz pomoć kontroliranja brzine zatvarača, otvora zaslona i ISO osjetljivosti direktno se utječe na količinu svjetlosti koja dolazi do senzora. Budući da su ekspozicije duge u fotografiranju u težim svjetlosnim uvjetima važno je stabilizirati fotoaparat koristeći stativ kako bi se izbjegli i najmanji pokreti tijekom snimanja.

Korisno je i naučiti kako provjeriti histograme fotografija jer oslanjanje na LCD zaslon fotoaparata nije uvijek pouzdano. Pri fotografiranju u težim svjetlosnim uvjetima na LCD zaslonu fotografije se mogu činiti vrlo uspješnim, a kasnijim pregledavanjem na računalu uviđa se da su tamnije i često neizoštrene. Kako bi se izbjegla velika razlika između prikazivanja fotografija na LCD zaslonu fotoaparata i na monitoru računala, važno je smanjiti svjetlost na zaslonu fotoaparata te tako dobiti realniji uvid u konačan izgled same fotografije. Također je važno fotografirati u RAW formatu budući da će se na taj način spremati više detalja i informacija nego u JPG formatu, te samim time i obrada fotografija pruža veću fleksibilnost u manipuliranju parametrima. [10] [11]

3. PRAKTIČNI DIO

U praktičnom dijelu na autorskim fotografijama opisan je proces nastanka i obrade fotografija za *star* i *light trail* tehnike fotografiranja te koncertne i portretne vrste fotografiranja. Fotografije za praktični dio rada su snimljene fotoaparatima Nikon D3500 i Nikon D5600 i 24 mm, 18 – 55 mm i 70 – 210 mm objektivima te su naknadno uređene u Adobe Photoshop 2020 i/ili Adobe Lightroom Classic programima. Sve fotografije snimljene su u manualnom načinu rada i ručnim izoštravanjem.

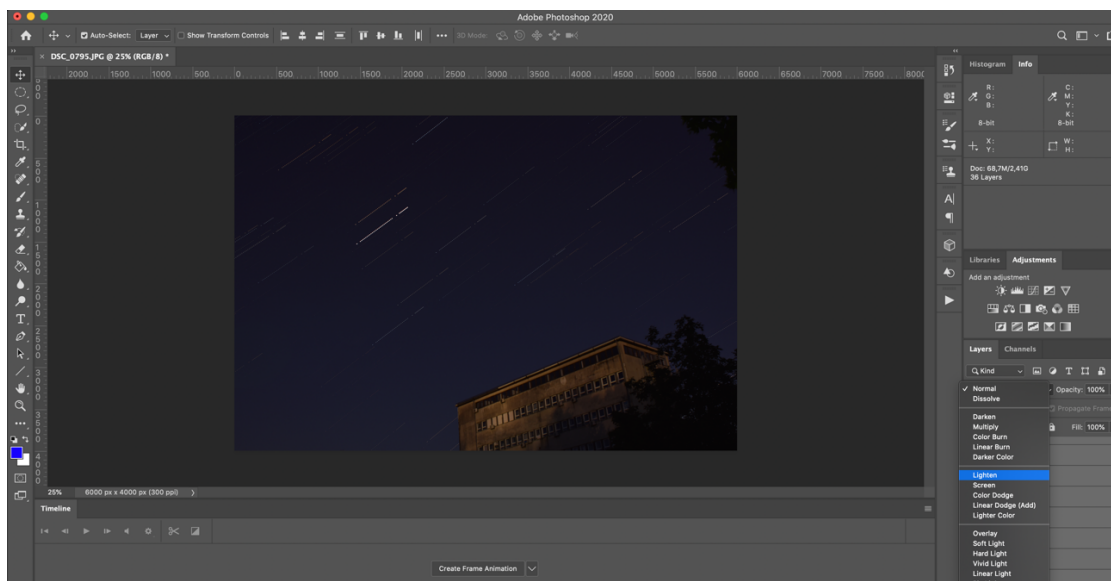
3.1 *Star trail* tehnika fotografiranja

U *star trail* tehnici fotografiranja korišten je Nikon D5600 fotoaparat i Nikon objektiv 24 mm. U ovo radu istražena su dva načina stvaranja tragova zvijezda, a to su kombiniranje (*stack*) više fotografija u jednu i obrada jedne fotografije uz pomoć akcija u Photoshopu. Također je istražena granična vrijednost duljine ekspozicije koja razlikuje *star trail* fotografiju od statične fotografije zvjezdanog neba.

Prije samog fotografiranja zvjezdanog neba važno je provjeriti kakvo će biti vrijeme. Za uspješnost fotografiranja zvijezda potrebno je vedro nebo. Oblačno vrijeme može uničiti dodatan ugođaj u samu fotografiju, no kod dugih ekspozicija oblaci ostavljaju zamućenja. Gradska svjetla, a katkad i puni Mjesec kod dugih ekspozicija uzrokuju svjetlosna zagađenja te je pri izboru lokacije fotografiranja najbolje zaputiti se u prirodu i neosvijetljena područja grada. Od opreme je važno imati stativ kako bi fotoaparat bio stabilan budući da fotografiranje može potrajati satima.

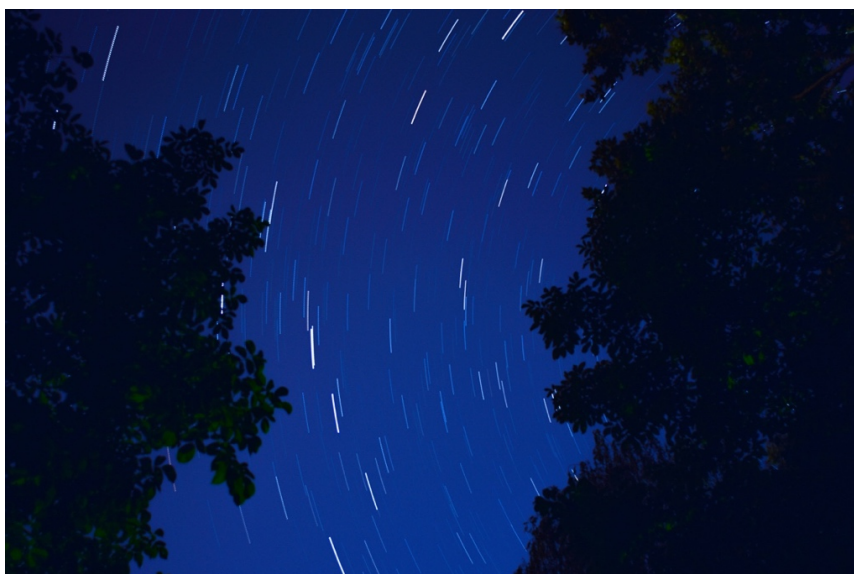
a) Kombiniranje (*stack*) više fotografija u jednu

Nakon odabira lokacije važno je odrediti broj snimaka. Nikon D5600 ima ugrađen intervalometar. U postavkama (*Shooting menu*) se nalazi opcija *Interval timer shooting*, a parametri koji se određuju su broj snimaka (*Number of times*) i interval. Za interval je važno odabrati vrijeme potrebno za zapis slike, a iznos bi trebao biti duljina ekspozicije ili više. U slučaju odabira vrijednosti intervala manjeg od duljine ekspozicije, senzor neće imati vremena zapisati svaku pojedinu fotografiju i nekolicinu će preskočiti. Na duljinu tragova zvijezda utječe se brojem fotografija snimanja te duljinom ekspozicije. Što je broj snimaka veći i duljina ekspozicije dulja, tragovi će biti dulji. U slučaju ekspozicija kraćih od 20 sekundi i malim brojem snimki, rezultati tragova zvijezda mogu biti isprekidani. Za fotografije snimane 15 sekundi ili kraće važno je imati dovoljan broj fotografija kako bi se izbjegle praznine. Također je važno fokus na objektivu postaviti na beskonačno budući da su zvijezde veoma daleko. Za kombiniranje fotografija korišten je Photoshop. Sve slike su učitane kao layeri i svi su označeni, a potom blendani uz pomoć *Lighten blending modea*. (Slika 18.) To omogućava da se spoje samo osvijetljena područja fotografija te je odmah vidljiv trag zvijezda. Parametri poput boja, osvijetljenja, balansa bijele itd. naknadno su obrađeni uz pomoć Lightroom programa.

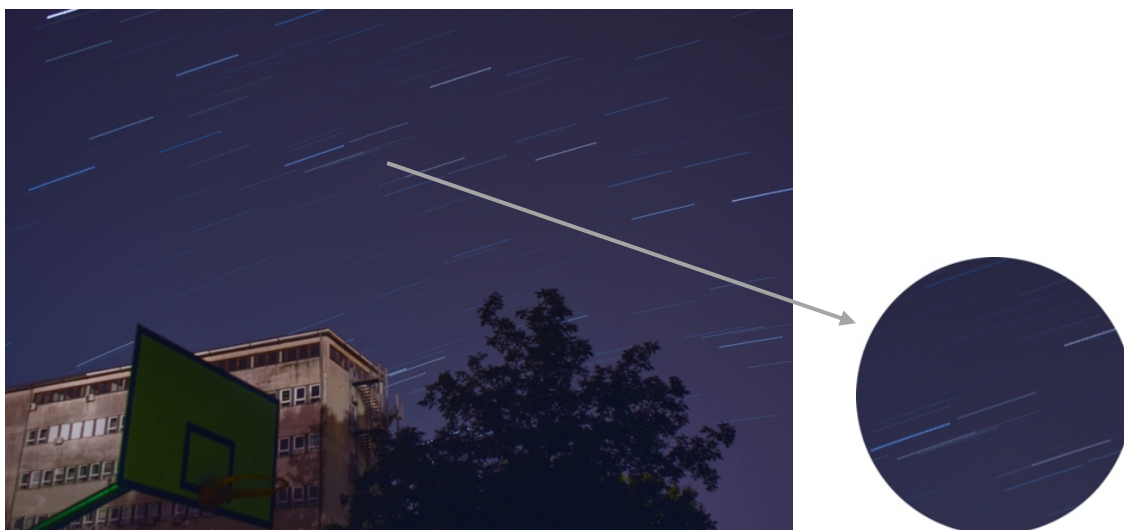


Slika 18. *Lighten blending mode* u Photoshopu

Slike 19. i 20. nastale su kod Grafičkog fakulteta u Zagrebu. Parametri obiju fotografija su otvor zaslona f/2.8, duljina ekspozicije 15 sekundi i ISO 100. Budući da je u kadru bilo mnogo svjetla dovoljna ISO vrijednost je 100. Nastale su od 30 fotografija zbog čega su tragovi zvijezda kratki. Kadar slike 19. usmjeren je prema sjeveru što je rezultiralo kružnim tragovima, dok je kadar slike 20. usmjeren prema istoku i rezultat je da su tragovi zvijezda ravni. Na slici 20. vidljive su praznine između zvijezda budući da su fotografije snimane samo 30 puta i u predugim razmacima što je rezultiralo isprekidanim tragovima zvijezda.



Slika 19. Otvor objektiva: f/2.8, vrijeme eksponiranja: 15s, osjetljivost: 100 ISO



Slika 20. Otvor objektiva: $f/2.8$, vrijeme eksponiranja: 15s, osjetljivost: 100 ISO

Slika 21. snimljen je na pulskom Kaštelu. Vrijeme eksponiranja je 25 sekundi te je nastala kombiniranjem 80 fotografija. Također je zbog dovoljno vanjskog osvjetljenja ISO vrijednost 100. Iz ove serije izbačeno je 5 fotografija na kojima je vidljiv svjetlosni trag crvene dimne rakete, što je rezultiralo manjkom tragova zvijezda.



Slika 21. Otvor objektiva: $f/4$, vrijeme eksponiranja: 25s, osjetljivost: 100 ISO

Iduća dva primjera snimljena su u Slatini. Zajedničko im je što je vrijeme ekspozicije u oba slučaja 10 sekundi i broj fotografija snimljenih 100. Slika 22. snimljena je otvorom

zaslona $f/2.8$ i ISO vrijednost iznosi 400, dok je kod slika 23. otvor zaslona $f/4$ a ISO vrijednost 500. Premda je vrijeme ekspozicije samo 10 sekundi, 100 fotografija je dovoljno da bi se izbjegle praznine u tragovima.



Slika 22. Otvor objektiva: $f/2.8$, vrijeme eksponiranja: 10s, osjetljivost: 400 ISO



Slika 23. Otvor objektiva: $f/4$, vrijeme eksponiranja: 10s, osjetljivost: 500 ISO

Slika 24. također je nastala u Slatini, a razlikuje se od prethodne dvije po tome što je nastala kombiniranjem 120 fotografija. Upečatljiva je i po tome što je kadar okrenut prema sjeveru, tj. prema zvijezdi Sjevernjači i to je rezultiralo kružnim tragovima zvijezda.



Slika 24. Otvor objektiva: $f/4$, vrijeme eksponiranja: 10s, osjetljivost: 500 ISO

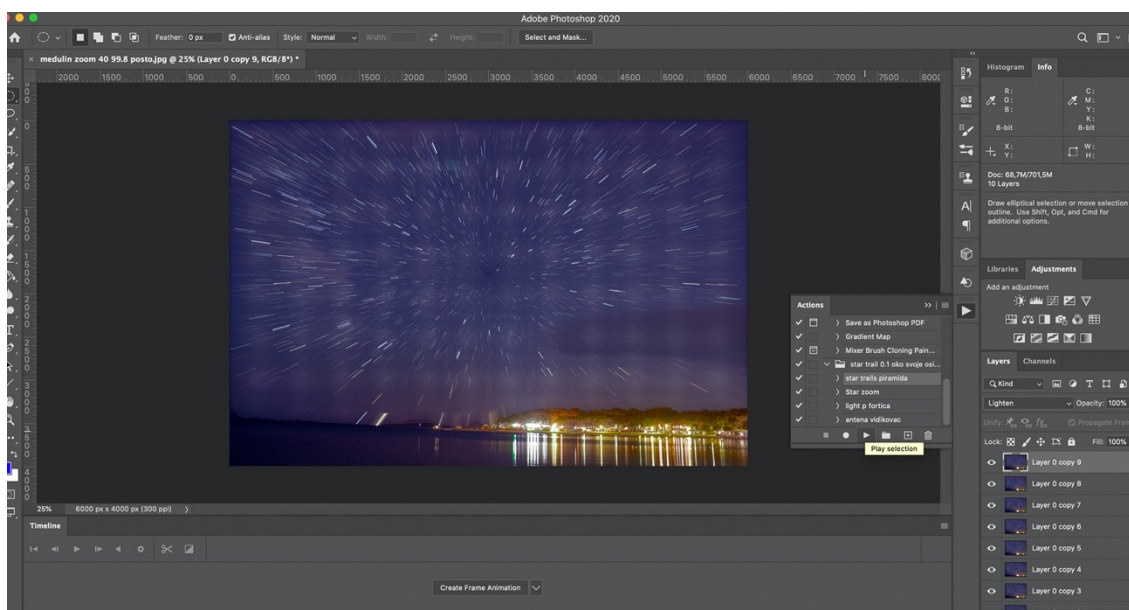
Slika 25. nastala je kombiniranjem 200 fotografija, svaka u trajanju ekspozicije od 15 sekundi. Fotografije su nastale na Plitvicama gdje je velika vlažnost zraka i vrijeme veoma promjenjivo. Budući da je vrijeme snimanja ovih 200 fotografija trajalo oko 2.5 sata u međuvremenu se spustila magla i rezultat spajanja pokazuje zamućenja i maglovitost na fotografiji.



Slika 25. Otvor objektiva: $f/2.8$, vrijeme eksponiranja: 15s, osjetljivost: 500 ISO

b) Obrada jedne fotografije u Photoshopu

Star trail tehnika može se izvesti i iz jedne fotografije. Digitalnom manipulacijom uz pomoć Photoshopa dobiva se privid tragova. Promjenom parametara poput kuta i točke rotiranja te visine i širine fotografije dobivaju se različiti efekti. Za početak je u Photoshopu potrebno odvojiti pozadinu od neba tj. zvijezda u različite layere budući da će se akcija primijeniti samo na zvijezde i nebo. U panelu *Actions* izrađuje se nova akcija koja se snima pritiskom na crveni gumb. Bitno je nakon započetog snimanja kopirati layer, staviti ga u *Lighten blending mode* te izabrati i promijeniti parametre ovisno o željenom efektu. Potom se gasi snimanje i akcija se primjenjuje na fotografiju onoliko puta koliko je potrebno za postizanje *star traila* i željenog efekta.



Slika 26. Izrada akcije u Photoshopu

Prvi primjer (Slika 27.) nastao je iz jedne fotografije iz serije snimki slike 23. U Photoshopu je odvojena pozadina od antene te je snimljena akcija. Parametri koji su snimljeni su promjena kuta za 0.02° kako bi se dobila rotacija, promjena visine i širine fotografije na 99.8 % te je točka rotacije premještena s centra fotografije na dio kod antene. Kut rotacije ne bi trebao biti veći od 0.2° budući da će veće promjene kuta uzrokovati praznine u tragovima zvijezda. Smanjivanjem visine i širine fotografije dobiva se efekt dubine i dojam pokreta zvijezda u zadanu točku rotacije. Akcija je primijenjena 35 puta.



Slika 27. *Star trail* nastao akcijom: 0.02° , 99.9% visine i širine; 35x

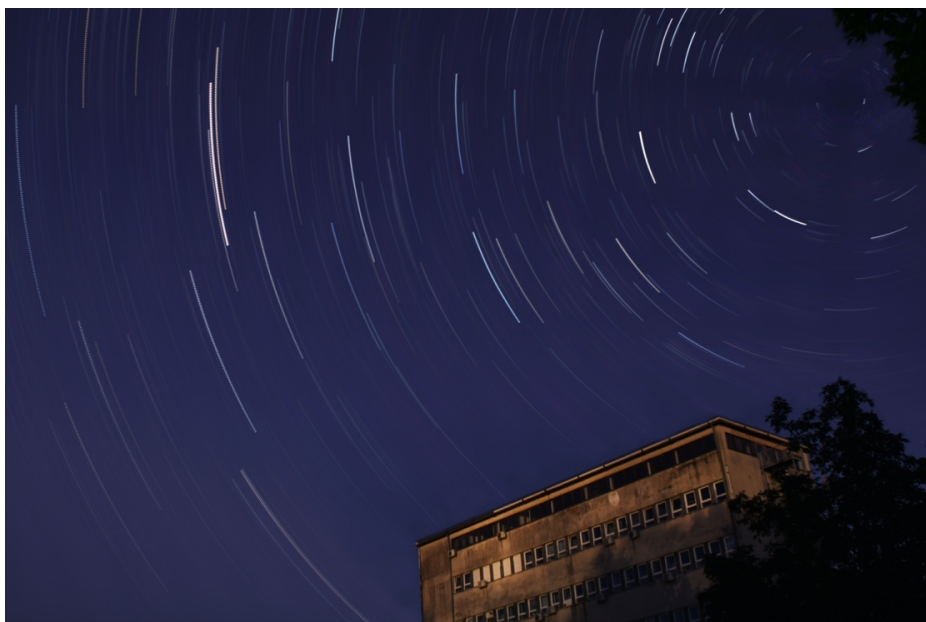
Iduća tri primjera jednaka su po tome što im kut pomaka iznosi 0.1° , a razlikuju se po broju akcija koji je primijenjen na njih te točki rotacije. Na sliku 28. akcija je primijenjena 45 puta, na sliku 29. 60 puta, a na sliku 30. 100 puta. Vidljivo je kako broj akcija utječe na duljinu tragova, pa je tako kod slike 30. na kojoj je akcija primjena 100 puta trag najdulji. Zanimljiva je pojava kružnih uzoraka na slikama 28. i 29. koja nije vidljiva na slici 30. premda bi se očekivalo kako će se uzorak prije pojaviti na fotografijama na kojima je primijenjeno mnogo veći broj akcija. Naime, kod slika 28. i 29. ISO vrijednost iznosi 1000, a vrijeme ekspozicije je 15 sekundi, dok kod slike 30. ISO vrijednost iznosi 100 i vrijeme ekspozicije joj je 20 sekundi. Iz ovoga se može zaključiti kako je velika ISO vrijednost uzrokovala nastali kružni uzorak. Osim toga mnogo je veći broj zvijezda vidljiv na tim fotografijama u odnosu na sliku 30. što je također jedan od glavnih razloga pojave kružnih uzoraka. Uočljiviji je kod slike 29. budući da je i broj akcija veći.



Slika 28. *Star trail* nastao akcijom: 0.1° ; 45x



Slika 29. *Star trail* nastao akcijom: 0.1° ; 60x



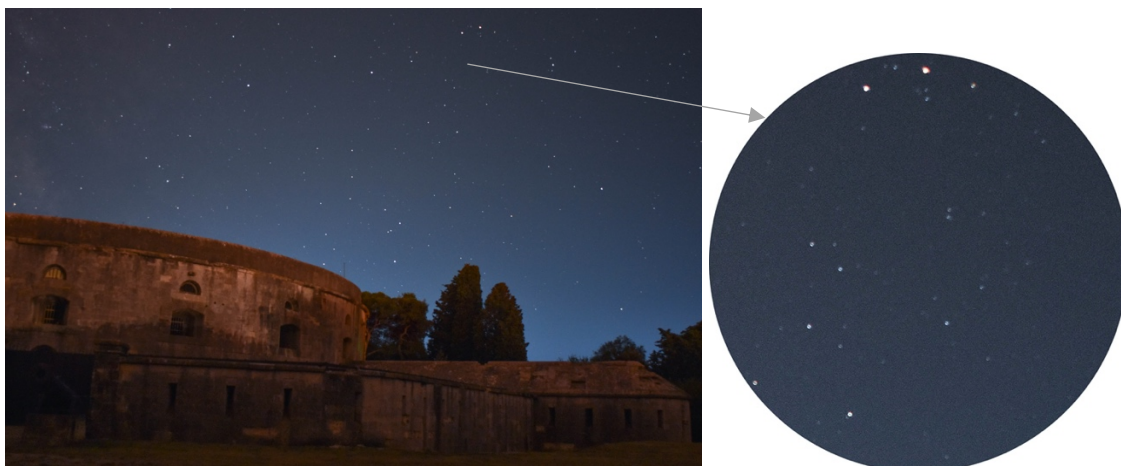
Slika 30. *Star trail* nastao akcijom: 0.1° ; 100x

Posljednji primjer napravljen je iz serije fotografija slike 25. Od ostalih primjera razlikuje se po kutu rotacije koji iznosi 0.05° te po tome što su visina i širina smanjene na 99.8%. Akcija je primijenjena 40 puta. Kut rotacije premješten je u gornji lijevi kut te je zbog svih navedenih parametara postignut *swirl* tj. vrtlog efekt. (Slika 31.)



Slika 31. *Star trail* nastao akcijom: 0.05° ; 99.8% visine i širine; 40x

Kod određivanja granične vrijednosti duljine ekspozicije koja razlikuje *star trail* fotografiju od statične fotografije zvjezdanog neba uspoređene su tri vrijednosti brzine zatvarača. Kako bi određivanje granične vrijednosti bilo što točnije, cilj je bio osigurati što idealnije uvjete, tj. jednake uvjete kod fotografiranja svake od navedene fotografije. Fotografije su nastale na istoj lokaciji i u istoj noći, te su im i svi parametri jednakih vrijednosti, osim naravno brzine zatvarača. Otvor zaslona iznosi $f/2.8$, dok je ISO vrijednost 1250. Brzina zatvarača prve fotografije je 10 sekundi (slika 32.), druge 13 sekundi (slika 31.), a treće iznosi 15 sekundi (slika 32.). Uvećanjem fotografija vizualno je ocijenjena granična vrijednost prelaska statične fotografije neba u *star trail* fotografiju. Na slici 30. koja imaju duljinu ekspozicije 10 sekundi nisu vidljivi tragovi zvijezda nego samo zvijezde kao točke. Na slici 31. čija je ekspozicija 13 sekundi zvijezde poprimaju oblik linija, no još postoji veći broj točkastih zvijezda koje daju dojam statičnosti. Na slici 32. zvijezde imaju oblik linija i vidljiv je trag odnosno *star trail*. Iz toga se može zaključiti da u ovom slučaju granična vrijednost duljine ekspozicije koja razlikuje *star trail* od statične fotografije zvjezdanog neba iznosi između 13 i 15 sekundi.



Slika 32. Zvezdano nebo s vremenom eksponiranja 10 sekundi



Slika 33. Zvezdano nebo s vremenom eksponiranja 13 sekundi



Slika 34. Zvezdano nebo s vremenom eksponiranja 15 sekundi

3.2 Light trail tehnika fotgorafiranja

Light trail tehnika fotografiranja prikazana je kroz pet primjera. Svi primjeri snimljeni su Nikon D5600 fotoaparatom.

Prvi primjer *light traila* je pomicanje svjetla dok je fotoaparat statičan, a snimljen je u Puli na rivi. Tragovi svjetla nastali su ekspozicijom dugom 5 sekundi što je bilo dovoljno da automobili ostave svjetlosne tragove. Objektiv korišten za ovu fotografiju je Nikonov 70 – 210 mm. Otvor zaslona je manji s ciljem povećavanja dubinske oštine i iznosi $f/10$. Zbog velike količine gradske rasvjete i svjetla automobila ISO iznosi 100. (Slika 35.)

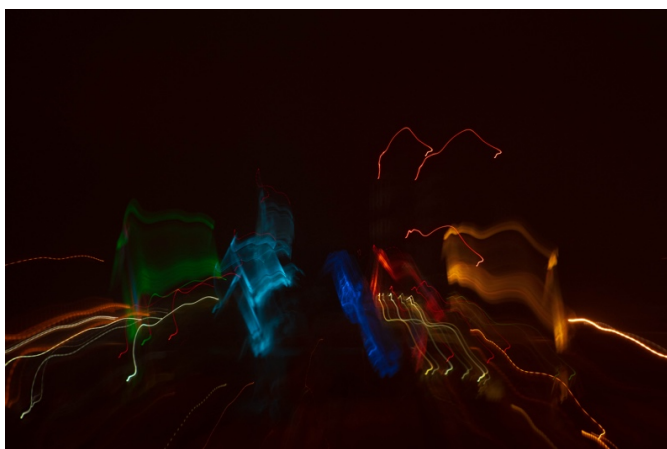


Slika 35. Otvor objektiva: $f/10$, vrijeme eksponiranja: 5s, osjetljivost: 100 ISO

Drugi primjer također je snimljen u Puli objektivom 70 – 210 mm. Za razliku od prvog primjera gdje se pomicao izvor svjetlosti, u ovom primjeru je svjetlost statična a pomiče se *zoom* objektiv fotoaparata. Slika 36. pokazuje statičnu fotografiju kadra, dok slika 37. pokazuje nastale svjetlosne tragove pomicanjem zooma na objektivu u trenutku pritiska okidača. Žarišna duljina objektiva na slici 36. je 135 mm, a na slici 37. je 190 mm.



Slika 36. Otvor objektiva: $f/4.5$, vrijeme eksponiranja: $1/20$ s, osjetljivost: 3200 ISO



Slika 37. Otvor objektiva: $f/5.3$, vrijeme eksponiranja: $\frac{1}{2}$ s, osjetljivost: 400 ISO

Treći primjer je fotografija munje nastale ekspozicijom dugom 25 sekundi i standardnim objektivom 18 – 55 mm. Iako se munja nalazi iza oblaka, svjetlosna jakost je velika i ekspozicija je duga te je izabrana ISO vrijednost 100. Za dobivanje velike dubinske oštine otvor zaslona iznosi $f/9$. (Slika 38.)



Slika 38. Otvor objektiva: $f/9$, vrijeme eksponiranja: 25 s, osjetljivost: 100 ISO

Slika 39. kombinacija je dviju tehnika, *Light paintinga* i *star trail* tehnike jedne fotografije obrađene u Photoshopu uz pomoć akcije. Snimljena je objektivom 24 mm pri otvoru zaslona f/2.8, ISO 1000 i duljina ekspozicije je 15 sekundi. Svjetlosni trag je napravljen s ekranom mobitela tj. mobilnom aplikacijom *Screen flashilight* pomoću koje se izabire određena boja svjetla. U Photoshopu je pozadina odvojena od neba, te je na nebo primijenjena akcija s postavkama promjene kuta za 0.02° i smanjenje visine i širine fotografije na 99.9%. Akcije je izvršena 30 puta.



Slika 39. Otvor objektiva: f/2.8, vrijeme eksponiranja: 15 s, osjetljivost: 1000 ISO

Posljednji primjer je slika 40. čija je duljina ekspozicije 10 sekundi. Nastala je u seriji fotografija iz slike 21. iz koje je izbačena zbog neočekivane crvene dimne rakete. Ovakve situacije česte su u fotografiranju dugih ekspozicija u gradskim središtima te ih je nemoguće predvidjeti.



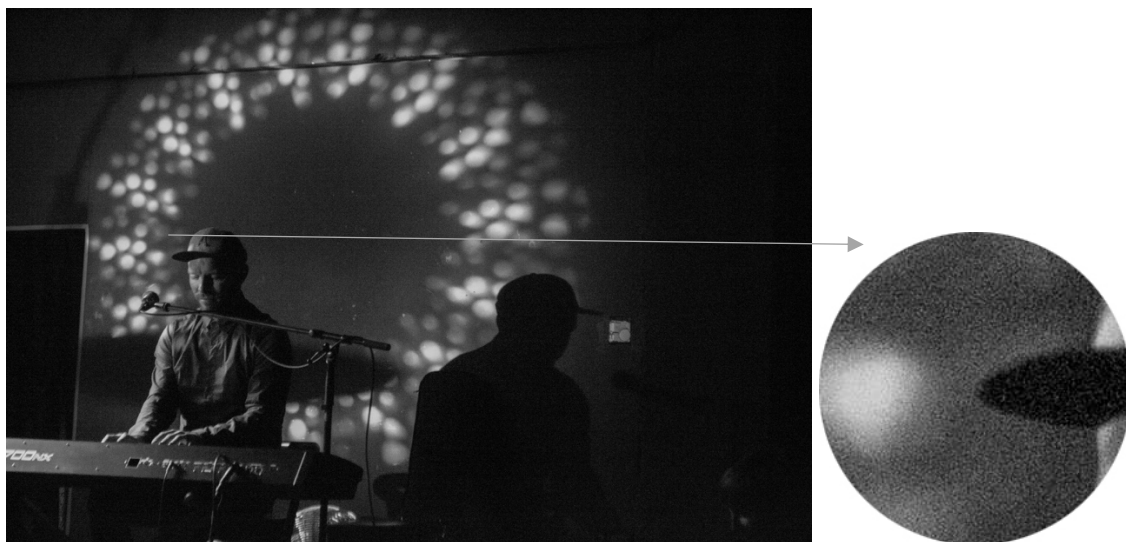
Slika 40. Otvor objektiva: f/4, vrijeme eksponiranja: 10 s, osjetljivost: 400 ISO

3.3 Koncertna fotografija

U koncertnoj fotografiji uspoređene su kvalitete fotografija snimljenih Nikon D3500 i Nikon D5600 fotoaparatom sa standardnim objektivima 18-55 mm. Također su na autorskim primjerima pokazane još neke od poteškoća i rješenja kod snimanja koncerata.

Kod uspoređivanja kvaliteta fotografija snimljenih različitim fotoaparatom uspoređuju se senzori, veličina fotografija i veličina pojedinog piksela. Oba korištena fotoaparata imaju CMOS senzore. Razlučivost fotografije kod Nikon D3100 je 14,2 MP, dok je kod Nikona D5600 24 MP. Premda ima veću razlučivost, Nikon D5600 ima manje pojedinačne piksele veličine 3,91 μm , nasuprot Nikonu D3100 čiji pikseli iznose 5,01 μm . Što se tiče osjetljivosti senzora na osvjetljenje Nikon D3100 ima ISO raspon od 100 do 3200, a može biti proširen i do 12 800. ISO postavke za Nikon D5600 su od 100 do 25 600. Svi primjeri za usporedbu dvaju fotoaparata su crno bijele fotografije budući da su tako primjetljiviji šumovi i nekvaliteta je izražajnije. Slike 41. i 42. prikazuju fotografije snimljene Nikon D3100 fotoaparatom, dok slika 43. predstavlja fotografiju snimljenu modelom D5600.

Kod koncertnih fotografija snimljenih modelom D3100 vidljive su velike količine šuma, pogotovo na slici 41. zbog prevelike ISO vrijednosti koja iznosi 12 8000, dok je šum kod slike 43. manje uočljiv. Iz svega navedenoga zaključuje se kako fotografije nastale Nikonom D5600 daju bolje rezultate zbog novije tehnologije i jačeg senzora bez obzira što ima manje pojedinačne piksele.



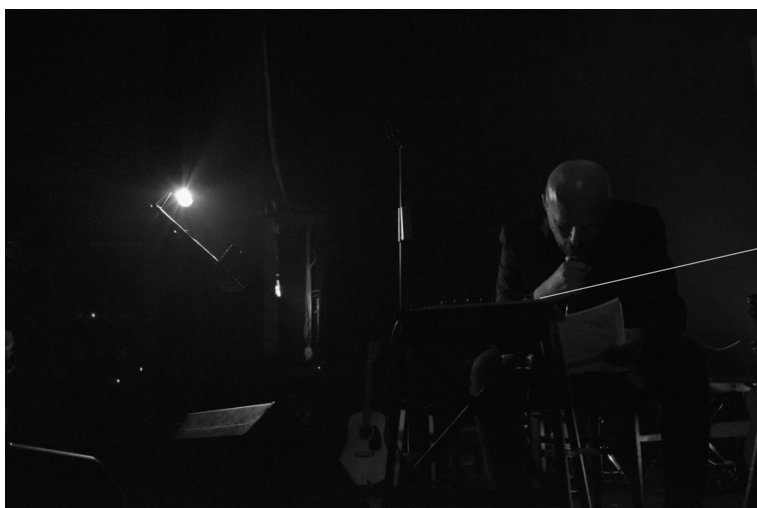
Slika 41. Kensington Lima – Vintage Industrial bar Zagreb

Otvor objektiva: f/5.6, vrijeme eksponiranja: 1/125s, osjetljivost: 12 800 ISO



Slika 42. Nemanja – KSET

Otvor objektiva: f/5.6, vrijeme eksponiranja: 1/50s, osjetljivost: 3200 ISO



Slika 43. Urban&4 – Tvornica kulture Zagreb

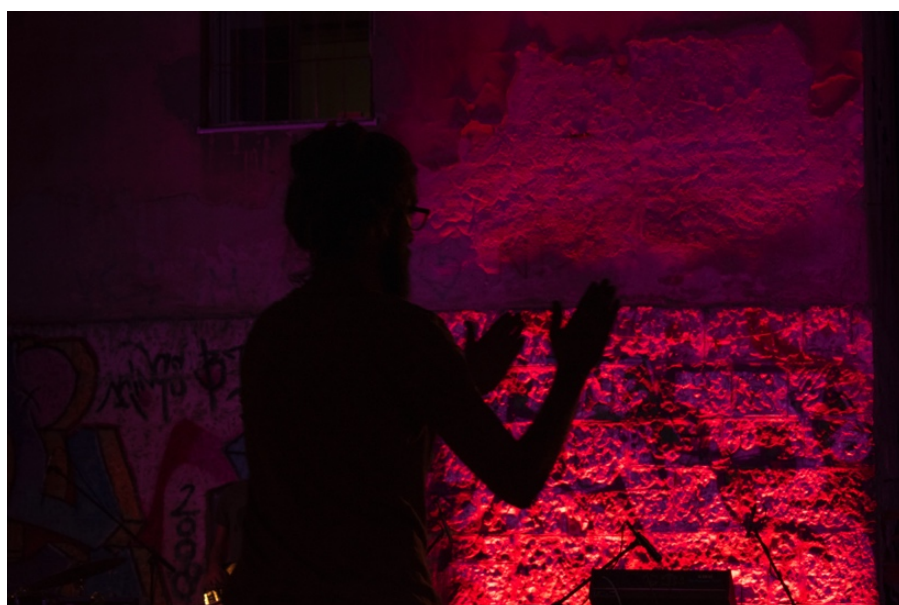
Otvor objektiva: f/4.5, vrijeme eksponiranja: 1/80s, osjetljivost: 8 000 ISO

Već je u teorijskom dijelu navedeno kako je rasvjeta vrlo bitan faktor kod koncertne fotografije. Otežane okolnosti javljaju se pri nedostatku svjetla, kod stroboskopske rasvjete, a također i kod crvene rasvjete. Budući da fotoaparat pod crvenom rasvjetom ne raspoznaje različite duljine svjetla teško je dobiti detalje i dobar kontrast, no uz praksu i prilagodbu fotografiranja koncerata crvena rasvjeta može dati zanimljive prizore. Na slici 44. crvena rasvjeta upotpunila je pozadinu te je izvođač vidljiv zbog raspršene bijele svjetlosti. Na slici 45. crvena rasvjeta se nalazi iza izvođača, a zbog vrlo malo kontrasta on je vidljiv kao silueta.



Slika 44. Urban&4 – Tvornica kulture Zagreb

Otvor objektiva: f/5.6, vrijeme eksponiranja: 1/80s, osjetljivost: 5000 ISO



Slika 45. Koncert eksperimentalne glazbe - Rojc Pula

Otvor objektiva: f/5.6, vrijeme eksponiranja: 1/125 s, osjetljivost: 1600 ISO

Kod koncerata mirnije atmosfere i malog broja izvođača teško je prenijeti potpuni dojam glazbene izvedbe. Jedan od kreativnih načina za prikazivanje pokreta kod mirnih koncerata je korištenje duple ekspozicije. Dupla (dvostruka) ekspozicija omogućava spajanje dviju fotografija u kadar i daje dojam dinamike u prostoru. Slika 46. snimljena

je Nikon D3100 fotoaparatom i rezultat je spajanja dviju fotografija jednakih ekspozicija. Fotografije su spojene unutar postavki fotoaparata u *Retouch menu – Image overlay*.



Slika 46. Bebè Na Volè – Vintage Industrial bar Zagreb

Otvor objektiva: f/5.6, vrijeme eksponiranja: 1/60 s, osjetljivost: 3200 ISO

3.4 Portretna fotografija u težim svjetlosnim uvjetima

Svi portreti snimljeni su bez bljeskalice na fotoaparatu, a kao dodatna vanjska osvjetljenja korištena su razna LED svjetla u bojama te pozadinska svjetla. Kod duljih ekspozicija važno je naglasiti modelu da se ne miče kako fotografije ne bi ispale mutne.

Fotografiranje portreta na javnim događajima i koncertima može biti izazovno budući da fotograf nema utjecaja na osvjetljenje i boju svjetla. Slika 47. nastala je na dodijeli nagrada Rock&Off i snimljena je standardnim 18 – 55 objektivom. Brzina zatvarača je 1/100 sekundi jer je cilj bio izbjeći mutne pokrete koji nastaju kod duljih ekspozicija. Otvor zaslona je velik i iznosi f/5.6 pa je i dubinska oštrina mala.



Slika 47. Rock&Off – Tvornica kulture Zagreb

Otvor objektiva: f/5.6, vrijeme eksponiranja: 1/100 s, osjetljivost: 1600 ISO

Kod fotografiranja portreta pod otvorenim nebom važno je iskoristiti zanimljive pozadine grada i građevina. Iduća tri primjera pokazuju kako iskoristiti gradska osvjetljenja i učiniti portret još zanimljivijim. Slika 48. snimljena je u Rojcu u Puli objektivom 18 – 55 mm. Kao i kod prethodnog primjera otvor zaslona je velik kako bi dubinska oštrina bila mala te se model istaknuo u prvom planu. Fotografirana je iz donjeg rakursa da bi se dočarala širina prostora i visina građevine.



Slika 48. Rojc – Pula

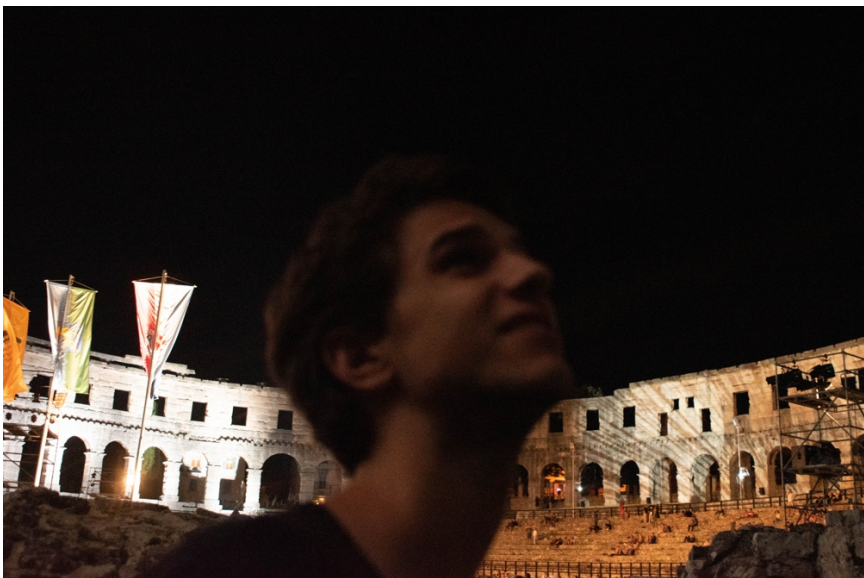
Otvor objektiva: f/3.5, vrijeme eksponiranja: 1/80 s, osjetljivost: 1000 ISO

Slike 49. i 50. nastale su u pulskoj areni na Pula film festivalu. Obje su snimljene 24 mm objektivom te imaju jednake postavke ekspozicijskog trokuta. Brzina zatvarača je 1/100 sekundi, otvor zaslona f/3.5 i ISO vrijednost 2500. Razlikuju se po točki fokusa i zbog toga su dobiveni različiti efekti. Na slici 49. izoštren je model i budući da je otvor zaslona velik, dubinska oštrina je mala. Kod slike 50. zbog male dubinske oštine i fokusiranja na pozadinu, model je ostao neizoštren. U obradi slike 50. javio se šum na neizoštrenim dijelovima, tj. na modelu budući da je bio pretaman i neosvijetljen.



Slika 49. Arena Pula

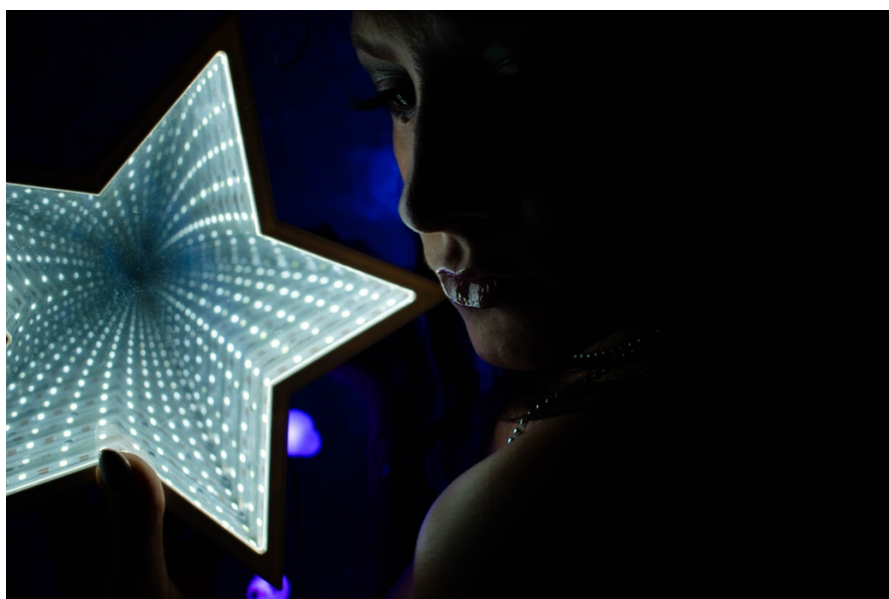
Otvor objektiva: f/3.5, vrijeme eksponiranja: 1/100 s, osjetljivost: 2500 ISO



Slika 50. Arena Pula

Otvor objektiva: f/3.5, vrijeme eksponiranja: 1/100 s, osjetljivost: 2500 ISO

Posljednja dva primjera portretne fotografije u težim svjetlosnim uvjetima snimljena su u kućnoj atmosferi gdje je najlakše utjecati na količinu i smjer osvjetljenja. Snimljene su 18 – 55 objektivom. Prikazuju korištenje dodatnog vanjskog osvjetljenja, u ovom slučaju ljubičaste LED lampice za pozadinu, te bijele LED lampice za osvjetljavanje modela. U oba primjera otvor zaslona je mali f broj, no razlikuju se po brzini zatvarača i ISO osjetljivosti. Kod slike 51. brzina zatvarača je 1/10 sekundi dok je ISO vrijednost 100. U drugom primjeru, tj. na slici 52 situacija je obrnuta. Brzina zatvarača iznosi 1/100 a samim time kako bi se dobila dovoljna količina svjetlosti ISO je povećan na 1000. Razlikuju se i po tome što je na slici 51. model izoštren i konture lica su istaknute osvjetljenjem, dok je na slici 52. izoštrena pozadina i lice modela ostavlja pomalo maglovit i neizoštren efekt.



Slika 51. Otvor objektiva: f/3.8, vrijeme eksponiranja: 1/10 s, osjetljivost: 100 ISO



Slika 52. Otvor objektiva: f/3.5, vrijeme eksponiranja: 1/100 s, osjetljivost: 1000 ISO

4. REZULTATI I RASPRAVA

Različitim tehnikama i vrstama fotografiranja u težim svjetlosnim uvjetima istraženo je na koji način određeni tehnički parametri utječu na dobiveni rezultat. Istražene i opisane tehnike su *star* i *light trail*, a vrste fotografiranja koncertna i portretna.

Kod fotografiranja u slabim svjetlosnim uvjetima važno je izabrati RAW format kako bi manipulacija kod obrade bila što fleksibilnija. Fotografiranje *star trail* tehnike kombiniranjem (*stack*) više fotografija osim fotoaparata zahtjeva i stalak i intervalometar budući da su ekspozicije duge i fotoaparat se ne smije micati. Ova tehnika daje vrlo dobre rezultate što je broj fotografija veći. Također jedna od prednosti dobivanja *star traila* kombiniranjem više fotografija je izbjegavanje šuma koji se javlja kod vrlo dugih ekspozicija. Izrada *star traila* iz jedne fotografije, tj. digitalnom manipulacijom u Photoshopu omogućava puno širi spektar u promjeni parametara za razliku od tehnike kombiniranja više fotografija. Promjenom parametara poput kuta i točke rotiranja te visine i širine fotografije dobivaju se različiti efekti. Smanjivanjem visine i širine fotografije dobiva se efekt dubine i dojam pokreta zvijezda u zadanu točku rotacije. Zanimljiva je i pojava kružnih uzoraka na slikama 28. i 29. uzrokovanih velikim ISO vrijednosti kao i velikim brojem zvijezda. Slike 32., 33. i 34. prikazuju usporedbu različitih duljina ekspozicija istoga kadra pri jednakim tehničkim parametrima s ciljem određivanja granične vrijednosti duljine ekspozicije koja razlikuje *star trail* od statične fotografije zvjezdanog neba, te u ovom slučaju granična vrijednost iznosi između 13 i 15 sekundi. *Light trail* tehnika također od dodatne opreme zahtjeva stalak. Duljinom ekspozicije utječe se na duljinu traga svjetla. Jedna od kreativnijih *light trail* tehnika svakako je *Light painting*. Na slici 39. vidljiva je kombinaciju dviju tehnika, *Light paintinga* i *star trail* tehnike jedne fotografije obrađene u Photoshopu uz pomoć akcije, a nastali rezultati veoma su upečatljivi. U koncertnoj fotografiji uspoređene su kvalitete fotografija snimljenih Nikon D3500 i Nikon D5600 fotoaparatima sa standardnim objektivima 18-55 mm. Kod fotografija snimljenih starijim Nikonovim modelom D3100 povećavanjem ISO vrijednosti povećao se i šum, dok kod novijeg D5600 modela to nije slučaj te je zaključak kako fotografije nastale Nikonom D5600 daju bolje rezultate zbog novije tehnologije i jačeg senzora bez obzira na manje pojedinačne piksele. U portretnoj fotografiji u težim svjetlosnim uvjetima najvažniju ulogu ima osvjetljenje. Kod fotografiranja portret na javnim događajima javlja se problem lošeg osvjetljenja i nemogućnost fotografa na utjecaj jačine, smjera i boje svjetla. Velikim otvorom zaslona (mali f broj) kod fotografiranja portreta dobiva se mala dubinska oštrina, a samim time je i fokus na modelu. Slike 51. i 52. su primjeri fotografija nastalih u kućnoj atmosferi gdje je najlakše utjecati na osvjetljenje. Kreativnom uporabom svjetlosti, poput promjenom boje, smjera i intenziteta osvjetljenja te promjenom fokusa na model ili pozadinu nastaju različiti zanimljivi efekti.

5. ZAKLJUČAK

Fotografiranje u težim svjetlosnim uvjetima zahtjeva kompromis kod odabira tehničkih postavki na fotoaparatu. Manipuliranjem osnovnim tehničkim parametrima kao što su otvor zaslona, brzina zatvarača i ISO vrijednost direktno se utječe na količinu svjetlosti koja dolazi do senzora. Povećavanjem ISO vrijednosti s ciljem dobivanja dovoljne količine svjetlosti na senzoru moguće su pojave šuma na fotografiji, pogotovo u težim svjetlosnim uvjetima. Također, smanjivanje brzine zatvarača s ciljem dobivanja dovoljne količine svjetlosti može uzrokovati zamućenje kod brzih kretnji na sceni. Dugim ekspozicijama i nešto manjim ISO vrijednostima izbjegava se šum koji nastaje na senzoru zbog velike osjetljivost na svjetlo. U tom slučaju je važno koristiti stalak za fotoaparat kako bi se izbjegla svaka trešnja fotoaparata i dobila mutna fotografija. Otvorom zaslona direktno se utječe na dubinsku oštrinu, pa se tako kod snimanja portreta i scena na kojima je bitno naglasiti prednji plan kadra koriste veliki otvori zaslona (mali f broj) i dubinska oštrina je mala. Kod koncertne fotografije i scena u kojima se želi izoštriti cijeli prostor na sceni se koristi mali otvor zaslona (veliki f broj) i dubinska oštrina je velika. Od opreme je važno imati i svjetlosno jake objektivne kako bi fotografiranje u težim svjetlosnim uvjetima bilo što uspješnije. Fotografiranje u težim svjetlosnim uvjetima može se učiniti kao slojeviti problem uglavnom zbog nedostatka svjetlosti. Rješenje leži u pronalasku balansa između odabira motiva fotografiranja, korištenju prirodnih i umjetnih osvjetljenja, tehničkih parametara te svih mogućnosti koje digitalni fotoaparat pruža. Uz nešto grašaka, te puno vježbe i brzoj prilagodbi raznim osvjetljenjima fotografiranje u težim svjetlosnim uvjetima postaje pravi užitak.

6. LITERATURA

- [1] Z. Jančić, Z. Kerkez, I. Miličić, G. Matošević, R. Raspović, K. Pletikosa (2008) Digitalna fotografija i osnove obrade: Adobe Photoshop, Učilište Algebra, Zagreb
- [2] L. Keimig, S. Martin, Night Photography: Finding your way in the dark
<https://books.google.hr/books?id=VpmWRRcWEIc&lpg=PP1&hl=hr&pg=PP1#v=onepage&q&f=false> datum pristupa: 1.9.2020.
- [3] A. Hess (2012) Night and Low-Light Photography: Photo Workshop, John Wiley & Sons, Inc., Indianapolis, Indiana
- [4] M. Strgar Kurečić (2017) Osnove digitalne fotografije, Školska knjiga, Zagreb
- [5] Photo Pit Etiquette, How to Become a Rockstar Photographer
<https://www.howtobecomearockstarphotographer.com/photo-pit-etiquette/>
datum pristupa: 1.9.2020.
- [6] Kelby S. (2010) Nova digitalna fotografija, Miš d.o.o, Zagreb
- [7] B. Davis (2015) Nighttime DSLR Photography: How to create awesome and stunning images at night, E-pub
- [8] P. Cope (2006) Night and low light: Techniques for digital photography, Amherst Media, Inc., Buffalo, N.Y.
- [9] J. Wu, J. Martin (2014) Photography: Night sky - A field guide for shooting after dark, Mountaineers Books, Seattle
- [10] How to shoot in low light, Digital photography school
<https://digital-photography-school.com/how-to-shoot-in-low-light-9-commonly-asked-questions/> datum pristupa: 1.9.2020.
- [11] Capture Great Photos in Low Light, Expert photography
<https://expertphotography.com/capture-great-photos-low-light/>
datum pristupa: 1.9.2020.

7. POPIS SLIKA

Slika 1. „Pogled kroz prozor u La Grasu“ - Nicéphore Niépce

<https://libertasnova.wordpress.com/2017/02/15/kratka-povijest-fotografije/>

Slika 2. „Boulevard du Temple“ - Louis Jacques Daguerre

https://en.wikipedia.org/wiki/File:Boulevard_du_Temple_by_Daguerre.jpg

Slika 3. Sony Mavica - Kodak 1981.

<https://www.digitalkameramuseum.de/en/esvc/item/mavica-1981>

Slika 4. Prva uspješna fotografija mjeseca - John William Draper

<https://lightsinthedark.com/2016/03/23/this-is-the-oldest-surviving-photo-of-the-moon/>

Slika 5.i 6. Katakombe Pariz - Félix Nadar

<https://herebewitches.tumblr.com/post/78156200010/littlepennydreadful-felix-nadar-workers-in>

Slika 7. i 8. Djeca u tvornici - Lewis Hine

<https://museum.stanford.edu/about/press-releases/stanford-professor-sheds-new-light-lewis-hines-iconic-photos-child-workers>

Slika 9. Stonehenge - Richard Misrach

<https://www.artsy.net/artwork/richard-misrach-stonehenge-number-4>

Slika 10. New York – Jan Staller

<http://photography-now.com/artist/jan-staller>

Slika 11. Star trail, Sjeverna hemisfera

<https://www.photopills.com/articles/star-trails-photography-guide>

Slika 12. Međuovisnost otvora zaslona, brzine zatvarača i ISO osjetljivosti

M. Strgar Kurečić (2017) Osnove digitalne fotografije, Školska knjiga, Zagreb (str. 92.)

Slika 13. Otvor zaslona

<https://shuttermuse.com/what-is-aperture-in-photography/>

Slika 14. Elektromagnetsko zračenje

<http://www.fot-o-grafiti.hr/nauci/svjetlo-i-rasvjeta/%C5%A1-je-svjetlost?page=3>

Slika 15. Ton, zasićenje i svjetlina

<https://purple11.com/basics/hue-saturation-lightness/>

Slika 16. ISO šum

<http://calon.catpictures.co/iso-comparison-chart/>

Slika 17. Grafički prikaz presjeka DSLR fotoaparata

<https://www.ephotozine.com/article/this-cutaway-diagram-shows-the-inside-of-a-dslr-30546>

Slika 18. – Slika 52. Autorske fotografije